ASSOCIATION

FRANÇAISE

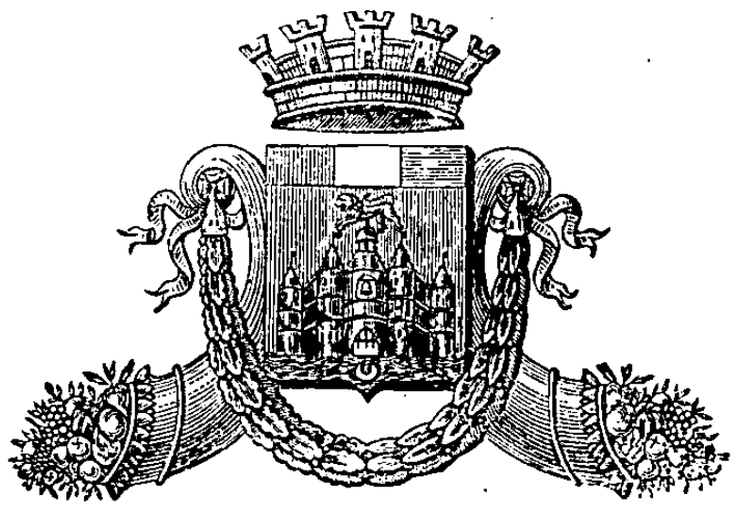
POUR

L'AVANCEMENT DES SCIENCES

COMPTES-RENDUS DE LA 1re SESSION

1872

BORDEAUX



PARIS

AU SECRÉTARIAT DE L'ASSOCIATION

76, RUE DE RENNES, 76

—

1873

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 principalement 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 par le Conseil sur la proposition d'un autre membre ou sur leur demande directe.

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 fr.

Art. 6. — Sont membres ordinaires les personnes qui versent une cotisation annuelle de 20 francs. Cette cotisation peut toujours être rachetée par une somme de 200 francs, versée une fois pour toutes.

Art. 7. — Tous les membres, fondateurs ou ordinaires, jouissent des mêmes droits. Toutefois les noms des membres fondateurs figurent en tête des listes par ordre d'inscription, et ces membres reçoivent gratuitement pendant toute leur vie autant d'exemplaires des publications de l'Association qu'ils auront souscrit de parts du capital social.

TITRE III. — Sessions annuelles.

Art. 8. — 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 à la fin de la session précédente.

Art. 9. — Le Conseil d'administration est chargé de l'organisation des sessions : à cet effet, il désigne un Comité local et prend toutes les mesures nécessaires au succès de la réunion.

Art. 10. — 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 approuvés par le Conseil.

Ce volume est distribué à tous les membres au plus tard huit mois après la session à laquelle il se rapporte.

ART. 11. — Les personnes étrangères à l'Association qui n'auront pas reçu une invitation spéciale du Conseil seront admises à toutes les séances et pourront prendre part à tous les travaux de la session moyennant un droit d'admission fixé par le règlement.

ART. 12. — 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 et statistique.

ART. 13. — 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. 14. — La session comprend des séances générales et des séances de sections. En outre, il pourra être organisé des conférences et des excursions scientifiques.

Composition des Bureaux.

ART. 15. — Le Bureau de l'Association se compose :

D'un Président;
D'un Vice-Président;
D'un Secrétaire ;
D'un Vice-Secrétaire ;
D'un Trésorier ;
Et d'un Archiviste.

Tous les membres du Bureau sont élus en Assemblée générale.

ART. 16. — 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. 17. — Le Vice-Président et le Vice-Secrétaire d'une année deviennent de droit Président et Secrétaire pour l'année suivante.

ART. 18. — Le Président, le Vice-Président, le Secrétaire et le Vice-Secrétaire de chaque année sont pris respectivement dans les quatre groupes de sections, et chacun d'eux est pris à tour de rôle dans chaque groupe.

ART. 19. — Le Trésorier et l'Archiviste sont élus par l'Assemblée générale; ils sont nommés pour quatre ans et rééligibles.

ART. 20. — Le Bureau de chaque section se compose d'un Président, d'un Vice-Président et d'un Secrétaire élus par cette section dans la première séance de la session.

ART. 21. — Le Bureau des Assemblées générales se compose du Bureau de l'Association, des Présidents et Secrétaires des sections.

ART. 22. — Le Conseil d'administration peut, sur la proposition du Comité local, élire dans la ville désignée par l'Assemblée générale un Président et deux Vice-Présidents d'honneur. Il invite à la session générale les personnes étrangères à l'Association dont le concours lui paraît désirable.

TITRE IV. — ADMINISTRATION.

ART. 23. — Le siége de l'Administration est à Paris.

ART. 24. — L'Association est administrée gratuitement par un Conseil composé :

1° De tous les membres formant le Bureau des Assemblées générales de la session précédente, ainsi qu'il est dit à l'art. 21;

2° Du Vice-Président et du Vice-Secrétaire de l'année;

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. 25. — Le Bureau de l'Association est en même temps le Bureau du Conseil.

ART. 26. — Pendant la durée des sessions, le Conseil siége dans la ville où a lieu la session.

ART. 27. — Le Conseil d'administration représente l'Association. Il 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 rentes 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 de 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 délégués.

Il fait tous les règlements d'ordre intérieur que peut nécessiter l'exécution des présents Statuts.

Il prend les mesures nécessaires pour organiser les sessions de concert avec les Comités locaux qu'il désigne à cet effet; il choisit un ou deux secrétaires; il nomme tous les employés et les révoque; il fixe leurs traitements.

Le Conseil délibère à la majorité des membres présents: néanmoins aucune résolution ne sera valable qu'autant qu'elle aura été délibérée en présence du quart, au moins, des membres du Conseil dûment convoqué.

Toutefois, si, après un premier avis, le nombre des membres présents était insuffisant, une deuxième convocation annonçant le motif de la réunion aurait lieu, et la délibération serait valable, quel que fût le nombre des membres présents.

ART. 28. — Tous les actes, reçus et décharges sont signés par le Trésorier et un membre du Conseil délégué à cet effet.

ART. 29. — Le Conseil dresse annuellement le budget des dépenses de l'Association et lit dans la session générale annuelle le compte détaillé des recettes et dépenses de l'exercice écoulé.

ART. 30. — 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.

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.

TITRE V. — CAPITAL ET RESSOURCES ANNUELLES DE L'ASSOCIATION.

ART. 31. — 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. 32. — Les ressources annuelles comprennent les intérêts du capital, le montant des cotisations annuelles et les droits d'admission aux séances.

ART. 33. — Chaque année le capital s'accroît d'une somme représentant au moins 20 p. 100 du revenu, des cotisations et droits d'admission.

TITRE VI. — DISPOSITIONS COMPLÉMENTAIRES.

ART. 34. — 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.

LISTE DES MEMBRES

DE

L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

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

MEMBRES FONDATEURS.

PARTS

* D'ABBADIE, Membre de l'Institut, 120, rue du Bac. — Paris..... 4
ALBERTI, Banquier, 17, rue de Londres. — Paris..... 1
D'ALMEIDA, Professeur au Lycée Corneille, 31, rue Bonaparte. — Paris..... 1
D'AMBOIX, Capitaine d'état-major. — Bayonne..... 1
ANDRÉ (Alfred), Banquier, Membre de l'Assemblée nationale, rue de Londres, 27. — Paris..... 2
ANDRÉ (Édouard), 13, rue Scribe. — Paris..... 1
ANONYME (Un). — 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, rue Neuve-des-Mathurins, 89. — Paris..... 2
* Dr AZAM, Professeur à l'École de médecine. — Bordeaux..... 1
BAILLE, Répétiteur à l'École polytechnique, 2, rue de Fleurus. — Paris..... 1
* Dr BAILLON, Professeur à la Faculté de médecine, rue du Cardinal-Lemoine, 1. — Paris..... 1
* BALARD, Membre de l'Institut, rue d'Assas, 100. — Paris..... 1
BÉCHAMP, Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier... 1
BERNARD (Claude), Membre de l'Institut et de l'Académie des sciences, 40, rue des Écoles. — Paris..... 1
BILLAUD-BILLAUDOT et Cie, Fabricants de produits chimiques, place de la Sorbonne. — Paris..... 1
DE BILLY, Inspecteur général des mines, boulevard Haussmann, 105. — Paris..... 1
DE BILLY (Charles), Auditeur à la Cour des Comptes, boulevard Haussmann, 144. — 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
DU BOCHET (Vincent), faubourg Poissonnière, 175. — Paris..... 1

BOISSONNET, Général du génie, rue de Rennes, 78. — Paris..... 1
BORIE (Victor), Membre de la Société des agriculteurs de France, rue Louis-le-Grand, 19. — Paris..... 1
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), Élève de l'École polytechnique, quai de l'Horloge, 39. — Paris..... 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 Saint-Cloud, 52. — Versailles..... 1
BROUZET (Ch.), Ingénieur, rue Balmont, 45. — Lyon-Vaise..... 1
BURTON, Administrateur de la Compagnie des forges d'Alais, rue de Grammont, 28. — Paris..... 1
CACHEUX (Émile), Ingénieur civil des arts et manufactures, quai Saint-Michel, 27. — Paris..... 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'École 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
DE CHABAUD-LATOUR, Général de division du génie, boulevard Malesherbes, 29. — Paris..... 1
CHABRIER-ARLÈS. — Lyon..... 1
* CHAMBRE DE COMMERCE (la). — Bordeaux..... 1
Dr CHARCOT (avenue du Coq, 6), rue Saint-Lazare, 89. — Paris.. 1
CHASLES, Membre de l'Institut, passage Sainte-Marie-Saint-Germain, 3. — Paris..... 2
LE CHATELIER, Inspecteur général des mines, rue Madame, 33. — Paris..... 1
* CHAUVEAU (A.), Professeur de physiologie à l'École vétérinaire. — Lyon..... 1

* Chevalier, Négociant, Adjoint au Maire, rue du Jardin-Public, 50. — Bordeaux..... 1
Clamageran, Avocat, rue Demours, 14. — 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 de Montpellier.... 1
Combes, Inspecteur général des mines, Directeur de l'École des mines. — Paris. — Décédé 1
Combes (M^lle^), boulevard Saint-Michel, 69. — Paris..... 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 Laffitte, 17. — Paris..... 5
— du gaz parisien, rue Condorcet. — Paris..... 4
— des salines du Midi, rue Neuve-des-Mathurins, 75. — Paris..... 2
— des messageries maritimes, rue Notre-Dame-des-Victoires, 28. — Paris 1
— des forges et chantiers de la Méditerranée..... 1
— des fonderies et forges de Terre-Noire, le Voulte et Bességes. — Lyon..... 1
— générale des verreries de la Loire et du Rhône, à Rive-de-Gier (Loire) (M. Hutter, Administrateur délégué)..... 1
Conseil d'administration de la Compagnie des minerais de fer magnétiques de Mokta-el-Hadid, rue de Provence, 59. — Paris. 1
Conseil d'administration de l'École Monge, rue Chaptal, 32. — Paris..... 1
de Coppet, Chimiste, avenue Friedland, 26.—Paris, et à Campagne-Clermont, près Lausanne (Suisse)..... 1
* Cornu, Ingénieur des mines, Professeur à l'École polytechnique, rue d'Enfer, 22. — Paris..... 1
Cosson, Membre de la Société botanique, rue du Grand-Chantier, 12. — Paris..... 1
* Courty, Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier. — Montpellier..... 1
Daguin, Président du tribunal de commerce de la Seine, rue Geoffroy-Marie, 5. — Paris..... 1
Dalligny, Maire du VIII^e^ arrondissement, rue d'Albe, 5. — Paris 1
David, rue Lafayette, 43. — 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. — Paris. — DÉCÉDÉ..... 1
DEMARQUAY, Membre de l'Académie de médecine, rue de la Victoire, 47. — Paris..... 1
DEMONGEOT, Ingénieur des mines, boulevard Haussmann, 73. — Paris..... 1
DIDAY, ex-chirurgien en chef de l'Antiquaille. — Lyon..... 1
Mme DOLLFUS (Auguste). — Havre..... 1
DOLLFUS (Auguste). — Havre..... 1
* DORVAULT, Directeur de la Pharmacie centrale, rue de Jouy, 7. — Paris..... 1
DUMAS, Membre de l'Institut, rue Saint-Dominique, 69. — Paris.. 1
* DUPOUY (E.), Avocat, Conseiller général. — Bordeaux..... 1
DUPUY DE LÔME, Membre de l'Institut, rue Saint-Honoré, 374. — Paris..... 1
* DUPUY (Paul), Professeur à l'École de médecine. — Bordeaux.... 2
* DUPUY (Léon), Professeur au Lycée, rue Vital-Carles, 13. — Bordeaux..... 1
DURAND-BILLION, ancien architecte, rue Thénard, 9. — Paris.... 1
DUVAL (Fernand), Administrateur de la Compagnie parisienne, rue François Ier, 45. — Paris..... 1
D'EICHTHAL, Banquier, 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
* FAURE (Lucien), Président de la Chambre de commerce. — Bordeaux..... 1
FAUVEL, Avocat, rue de Rivoli, 90. — Paris..... 1
FOLLIN (Madame veuve), rue Bonaparte, 21. — Paris..... 1
* FRIEDEL, Conservateur des collections à l'École des mines, boulevard Saint-Michel, 60. — Paris..... 1
FUMOUZE (Armand), Docteur-Médecin-Pharmacien, faubourg Saint-Denis, 78. — Paris..... 1
GALANTE, Fabricant d'instruments de chirurgie, rue de l'École-de-Médecine, 2. — Paris..... 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, Membre de l'Assemblée nationale, rue Murillo, 8. — Paris. 1
* GERMER-BAILLIÈRE, Libraire, rue de l'École-de-Médecine, 17. — Paris..... 1

* Dr GINTRAC père, Correspondant de l'Institut. — Bordeaux..... 1
* GIRARD (Aimé), Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, quai Bourbon, 33. — Paris..... 1
GIRARD (Ch.), Manufacturier. — Ris-Orangis (Seine-et-Oise)..... 1
GOLDSCHMIDT (Frédéric), Banquier, boulevard Haussmann, 39. — Paris..... 1
GOLDSCHMIDT (Léopold), Banquier, rue d'Aumale, 22. — 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
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
D'HAUSSONVILLE (Comte), Membre de l'Académie française, rue Saint-Dominique, 109. — Paris..... 1
HENTSCH, Banquier, rue Lepelletier, 20. — Paris..... 2
HILLEL frères, rue d'Argenson, 9. — Paris..... 2
HOTTINGUER, Banquier, rue de Provence, 38. — Paris..... 1
HOUEL, Ingénieur, avenue des Champs-Élysées, 75. — Paris..... 1
* HOVELACQUE (Abel), Directeur de la *Revue de linguistique*, rue Fléchier, 2. — 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
KANN, Banquier, rue de Grammont, 14. — Paris..... 1
KOENIGSWARTER (baron Maximilien DE), ancien député, rue d'Astorg, 4. — Paris..... 1
KUHLMANN (Frédéric), Correspondant de l'Institut. — Lille..... 2
* Dr LAGNEAU (Gustave), rue de la Chaussée-d'Antin, 38. — Paris. 1
* LALANDE (Armand), Négociant, quai des Chartrons, 84. — Bordeaux..... 1
LAMÉ-FLEURY, Ingénieur des mines, Secrétaire du Conseil général des mines, rue de Verneuil, 62. — Paris..... 1
LAN, Ingénieur des mines, Directeur des forges de Chatillon et Commentry, rue du Regard, 6. — Paris..... 2

* 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, 6. — Paris..... 1
Lauth (Ch.), Chimiste, rue de Fleurus, 2. — Paris..... 1
Lecomte, Ingénieur civil, rue Laffitte, 49. — Paris..... 2
* Lecoq de Boisbaudran, Négociant. — Cognac..... 1
* Dr Le Fort (Léon), Professeur à la Faculté de médecine, médecin des hôpitaux, rue de la Victoire, 96. — Paris..... 1
Lévy-Crémieux, Banquier, boulevard Haussmann, 39. — Paris.. 1
Loche, Ingénieur des ponts et chaussées, rue de Berlin, 10.— Paris. 1
Dr Lortet, Professeur à l'Ecole de médecine, Directeur du Muséum d'histoire naturelle, rue de Saxe, 69. — Lyon..... 1
Lugol, Avocat, rue de Téhéran, 11 (parc Monceaux). — Paris... 1
Lutscher, Banquier, rue de la Bruyère, 43. — Paris..... 2
* de Luze père, Négociant, rue et château de Rivière. — Bordeaux. 1
Dr Magitot, rue des Saints-Pères, 8. — Paris..... 1
Mannberger, Banquier, rue de Provence, 59. — Paris..... 1
Mannheim, Professeur à l'École polytechnique, rue Lepelletier, 24. — Paris..... 1
* Martinet (Émile), Imprimeur, rue et hôtel Mignon, 2. — Paris.. 1
de Marveille, 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 du Conseil général de Seine-et-Oise, rue Sainte-Croix-de-la-Bretonnerie, 37. — Paris..... 10
Mirabaud, Banquier, rue Taitbout, 29. — Paris..... 1
Dr Monod (Charles), rue des Écoles, 38. — Paris..... 1
Mony (C.), place Vendôme, 16. — Paris..... 1
Morel d'Arleux (Charles), Notaire, rue de Rivoli, 22. — Paris. 1
Dr Nélaton, Membre de l'Institut, avenue d'Antin, 1. — Paris.. 1
* Ollier, Chirurgien titulaire de l'Hôtel-Dieu de Lyon, 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). — Genève (Suisse)..... 2
Peyre (Jules), Banquier. — Toulouse..... 1
Piat (A.), Constructeur mécanicien, rue Saint-Maur, 49. — Paris. 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

* DE QUATREFAGES DE BRÉAU, Membre de l'Institut, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 36. — Paris..... 1
RENOUVIER (Charles), à la Verdette, près le Pontet, par Avignon (Vaucluse)..... 1
POUPINEL (Jules), rue Murillo, 8. — Paris..... 1
REINACH, Banquier, rue de Berlin, 31. — Paris..... 1
Dr RICORD, Membre de l'Académie de médecine, rue de Tournon, 6. — Paris..... 1
RIFFAULT, Général commandant l'École polytechnique, rue Descartes, 31. — Paris..... 1
RISLER (Charles), Chimiste, rue de Verneuil, 20. — Paris..... 1
DE LA ROCHETTE et Cie, Gérants des hauts-fourneaux et fonderies de Givors. — Lyon..... 1
ROLAND, Directeur général des manufactures de l'État, rue de Grenelle-Saint-Germain, 9. — Paris..... 1
Dr ROLLET DE L'YSLE. — Montmerle-sur-Saône (Ain)..... 1
DE ROMILLY, rue Bergère, 22. — Paris..... 1
ROTHSCHILD (le baron Alphonse DE), rue St-Florentin, 2. — Paris.. 1
Dr ROUSSEL, 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 Richelieu, 19. — Paris..... 1
SALET (Georges), Préparateur à la Faculté de médecine, rue Thénart, 9. — Paris..... 1
SALLERON, Constructeur, rue Pavée, 24 (au Marais). — Paris.... 1
SAUVAGE, Directeur de la Compagnie des chemins de fer de l'Est, DÉCÉDÉ..... 2
SAY (Léon), Ministre des finances, rue La Bruyère, 45. — Paris. 1
SCHEURER-KESTNER, Député de la Seine, rue Neuve-des-Mathurins, 84. — Paris..... 1
* SCHRADER, Ancien Directeur des classes de la Société philomathique, rue Borie, 20. — Bordeaux..... 1
SERRET, Membre de l'Institut, rue Saint-Martin, 36. — Versailles. 1
* DE SEYNES, Agrégé à la Faculté de médecine, rue Saint-Guillaume, 29. — Paris..... 1
SIÉBER, rue Paradis-Poissonnière, 23. — Paris..... 1
SOCIÉTÉ ANONYME des houillères de Montrambert et de la Béraudière. — Lyon..... 1
Dr SUCHARD. — Lausanne (Suisse)..... 1
* SUREL, Administrateur du chemin de fer du Midi, rue d'Amsterdam, 84. — Paris..... 1
TALABOT (Paulin), Directeur général des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, rue Saint-Arnaud, 10. — Paris... 1
TESSIÉ DU MOTAY, Directeur de la Compagnie des gaz oxygène et hydrogène, rue Laffitte, 44. — Paris..... 1

* Thenard (le baron Paul), Membre de l'Institut, place Saint-Sulpice, 6. — Paris..... 1
* Vautier (Émile), 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, faubourg Saint-Honoré, 25. — Paris..... 1
Viçose (Courtois de), petite rue Dalbade. — Toulouse..... 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, Doyen de la Faculté de médecine, rue Saint-Guillaume, 27. — Paris..... 1
Wurtz (Théodore). — Leipzig..... 1

MEMBRES A VIE.

* Bergeron, Ingénieur civil. — Lausanne (Suisse).
* Bichon, Constructeur de navires. — Lormont, près Bordeaux.
* Brandenburg (Mme veuve), rue de la Verrerie. — Bordeaux.
Brölemann (Georges), administrateur de la Société générale, boulevard Haussmann, 106. — Paris.
* Caperon père, à Villenave-d'Ornon, près Bordeaux.
* Caperon fils, à Villenave-d'Ornon, près Bordeaux.
Cardeilhac, Négociant, rue de Rivoli, 91. — Paris.
Cazalis de Fondouce (Paul-Louis), Licencié ès-sciences, rue des Étuves, 18. — Montpellier (Hérault).
* Chambre des Avoués au Tribunal de 1re Instance. — Bordeaux.
* des Cloizeaux, membre de l'Institut, rue Monsieur, 13. — Paris.
* Clouzet (Ferd.), Conseiller général, cours des Fossés. — Bordeaux.
* Counord, Ingénieur civil, 85, cours St-Louis. — Bordeaux.
Delessert (Édouard), 17, rue Raynouard. — Paris (Passy).
* Delvaille, Docteur en médecine. — Bayonne.
Detroyat (Armand). — Bayonne.
Duclaux (Emile), Professeur à la Faculté des sciences. — Clermont-Ferrand.
Ducrocq, Sous-Intendant militaire. — Niort (Deux-Sèvres).
Dr Dulac. — Montbrison.
* Dr Gintrac (Henri), Directeur de l'École de médecine. — Bordeaux.
* Jungfleisch, Conservateur des collections à l'École polytechnique. — Paris.
* Koechlin (Jules), avenue Ruysdaël, 4 (parc Monceaux). — Paris.
* Labrunie, Négociant, 4, rue Lafayette. — Bordeaux.
* Laennec, Professeur à l'École de médecine, boulevard Delorme, 13. — Nantes.

* Laussedat, Lieutenant-Colonel du génie, rue de Grenelle-Saint-Germain, 104. — Paris.
* Le Monnier, Préparateur d'histoire naturelle à l'École normale supérieure, rue d'Ulm, 45. — Paris.
* Levasseur, Membre de l'Institut, rue Monsieur-le-Prince, 26. — Paris.
* de Loriol, Ingénieur civil, ancien Élève de l'École des mines, 46, rue Centrale. — Lyon.
Maas, rue de la Banque, 15. — Paris.
Marignac (Charles), Professeur. — Genève (Suisse).
Martin (William), Propriétaire, 13, avenue de la reine Hortense. — Paris.
Matignon, rue Saint-Merri. — Fontainebleau.
* Maurel (Marc), Banquier, Conseiller municipal. — Bordeaux.
* Dr Micé, Professeur à l'École de médecine. — Bordeaux.
Odier, Directeur adjoint de la Caisse générale des Familles, rue de la Paix, 4. — Paris.
* Rilliet, 8, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Genève (Suisse).
Risler, à Calèves, près Nyon. — Canton de Vaud (Suisse).
Sabatier (Armand), Professeur agrégé et Chef des travaux anatomiques à la Faculté de médecine de Montpellier. — Montpellier.
Schlumberger (Charles), Ingénieur des Constructions maritimes. — Lyon.
* Segretain, Commandant du génie. — Blaye (Gironde).
de Seynes (Léonce), rue Calade, 58. — Avignon.
Société académique de la Loire-Inférieure. — Nantes.
Société philomathique de Bordeaux.
Société de médecine du Nord. — Lille.
* Trélat (Ulysse), Professeur à la Faculté de médecine, rue Jacob, 33. — Paris.
Turenne (le marquis de), rue de Berri, 26. — Paris.
* Vaillant (Léon), Répétiteur à l'École pratique des hautes études, 22, place Saint-André-des-Arts. — Paris.
Vassal (Alexandre), rue du Havre, 11. — Paris.
* Vieillard (Albert), 77, quai de Bacalan. — Bordeaux.
* Vieillard (Charles), 77, quai de Bacalan. — Bordeaux.

MEMBRES ANNUELS.

* Abria, Doyen de la Faculté des sciences, 15, quai de Bacalan. — Bordeaux.
* Académie des sciences, belles-lettres et arts. — Bordeaux.
* Adam (Paul), place Richelieu — Bordeaux.
* Alauze, Avoué, rue Ferrère. — Bordeaux.
* Alexandre, Pharmacien, 20, cours du Chapeau-Rouge. — Bordeaux.

ALPHAND, Inspecteur général des ponts et chaussées, boulevard Beauséjour, 1. — Paris (Passy).

* AMÉ (G.), attaché au Chemin de fer du Midi, rue Naujac, 7. — Bordeaux.

ANDOUARD, Pharmacien, Professeur à l'École de médecine et de pharmacie. — Nantes.

Dr ARIZA. — Madrid.

* ARMAINGAUD, Docteur en médecine, cours d'Alsace-et-Lorraine, 93. — Bordeaux.

* ARNOZAN, Pharmacien, allées de Tourny, 40. — Bordeaux.

* ARSON, Ingénieur en chef de la Compagnie du gaz, rue Condorcet. — Paris.

AUBERGIER, Doyen de la Faculté des sciences de Clermont-Ferrand. — Clermont-Ferrand.

* AUSCHITZKI, Avoué, cours de Tourny. — Bordeaux.

Dr BAILLARGER, Membre de l'Académie de médecine, 15, quai Malaquais. — Paris.

* BALGUERIE (Edmond), 25, allées de Chartres. — Bordeaux.

* BALGUERIE (Raoul), Consul ottoman, 26, cours du Chapeau-Rouge. — Bordeaux.

* BAOUR (Abel), membre de la Chambre de commerce, cours du Chapeau-Rouge. — Bordeaux.

BARABAUD, 87, boulevard Malesherbes. — Paris.

BARBÉ (Edmond), Ingénieur des arts et manufactures, 9, rue du Marché-Neuf. — Versailles.

BARON, Ingénieur de la marine, 77, rue des Fonderies. — Rochefort.

* BARTHE, pasteur protestant. — Pons (Charente-Inférieure).

BARTHOLONY, Président du Conseil de la Compagnie d'Orléans, rue de la Rochefoucauld, 12. — Paris. — *Pour cinq parts.*

* BASSOT, Capitaine d'état-major, au dépôt de la Guerre. — Paris.

* BASTIDE (Étienne), Pharmacien, 4, rue de la Citadelle. — Béziers.

BATILLIAT (Sisoï), Pharmacien, rue Pt-Laguiche, 25. — Macon.

* Dr BAUDET. — Cadillac, par Cérons (Gironde).

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, impasse des Tanneries. — Bordeaux.

* BEAUDIN (Léon), Architecte, 8, rue Planteγ. — Bordeaux.

DE BEAUMONT (Élie), Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, 5, rue de Lille. — Paris.

BÉCLARD, Membre de l'Académie de médecine, Professeur à la Faculté de médecine, 4, impasse des Épinettes. — Charenton-Saint-Maurice.

BEER (Guillaume), 88, rue des Mathurins. — Paris.

* BÉLIME (Frédéric), Propriétaire. — Villeaux (Côte-d'Or).

* Bellier, Ingénieur civil, 101, cours d'Alsace-et-Lorraine. — Bordeaux.
* Dr Benoit, Licencié ès sciences, rue Linnée, 33. — Paris.
* Dr Berchon, Médecin principal de 1re classe de la marine, Directeur du Service sanitaire de la Gironde. — Pauillac (Gironde).
* Berchon (Mme). — Pauillac (Gironde).
Bergis-Doussous (Em.), 17, rue Villebourbon. — Montauban.
Bergis (Léonce), Propriétaire. — Tempé, près Montauban.
* Dr Bermond (E.), 4, rue Jean-Jacques Bel. — Bordeaux.
* Bernard, Avocat agrégé, 9, rue Castillon. — Bordeaux.
Berrens, Manufacturier. — Barcelone.
* Berthelot, Professeur au Collége de France, 57, boulevard Saint-Michel. — Paris.
Bertier (Camille), Ingénieur civil. — La Ferté-Saint-Aubin (Loiret).
* Beurier, Rédacteur de la *Gironde*, rue de Cheverus. — Bordeaux.
* Beylot, Vice-Président du Tribunal civil. — Bordeaux.
* Bézineau, 31, rue des Argentiers. — Bordeaux.
* Dr Bezos. — Luxey, par Sore (Landes).
* Dr de Biermont, 10, rue Marengo. — Bordeaux.
* Dr Bitot, Professeur à l'École de médecine. — Bordeaux
Blanc (Pierre), Pharmacien, 7, rue Tholozan. — Lyon.
Blavet, Négociant, 10, 12 et 14, rue de la Juiverie. — Étampes (Seine-et-Oise).
Blondeau (Charles), 14, rue d'Anse. — Villefranche (Rhône).
Boeswilwald, Chimiste, rue Hautefeuille, 19. — Paris.
Dr Bonnal. — Arcachon.
Borel, 8, rue Crenette. — Gap (Hautes-Alpes).
Borelli (le vicomte de), Premier Secrétaire d'ambassade à Athènes 41, rue de l'Université. — Paris.
* Boué (Louis), 43, rue du Médoc. — Bordeaux.
Boulé, Ingénieur des ponts et chaussées, rue Abbatucci, 23. — Paris
* Dr Boulland, Professeur d'anatomie, boulevard de la Poste-aux-Chevaux. — Limoges.
Bouquet, 22, rue Soufflot. — Paris.
* Bourdil, 6, quai des Chartrons. — Bordeaux.
* Bourdillon, Général de brigade, place Dauphine. — Bordeaux.
* Dr Boursier, 1, rue Ausone. — Bordeaux.
Dr Bouteiller (J.). — Rouen.
* Dr Boymier. — Sainte-Foy (Gironde).
Brachi, Ingénieur. — Sèvres.
* Dr Breen (James), 2, rue Notre-Dame. — Bordeaux.
Breton, Procureur de la République. — Provins.
Brissaud, Professeur d'histoire au Lycée Charlemagne, 18, rue de Rivoli. — Paris.
* Brives-Cazes, Juge au tribunal civil. — Bordeaux.
Brivet, Directeur de l'usine de Salindres (Gard).
* Broca (Mme), 1, rue des Saints-Pères. — Paris.

BROUARDEL, Professeur agrégé à la Faculté de médecine, 6, rue Bonaparte. — Paris.
* BRUN (Charles), Architecte, 36, allées d'Orléans. — Bordeaux.
* BUHAN (Pascal), place des Quinconces. — Bordeaux.
BUHLMEYER, Libraire, 15, rue des Saints-Pères. — Paris.
* Dr BULARD, Médecin principal de l'Hospice des aliénées. — Bordeaux.
* Dr BUTZ. — Caudéran, près Bordeaux.
CAILLIOT, Professeur, rue Gay-Lussac, 32. — Paris.
CALLOT, 10, rue Réaumur. — La Rochelle.
Dr CANY (G.), ancien Président et Doyen actuel de la Société de médecine, place Saint-Pantaléon, 4. — Toulouse.
* CAPERON père, à Villenave-d'Ornon, près Bordeaux.
* CAPERON fils, à Villenave-d'Ornon, près Bordeaux.
CAQUÉ, Professeur de mathématiques, rue Notre-Dame-des-Champs, 83. — Paris.
* CARLES, Pharmacien, 30, quai des Chartrons. — Bordeaux.
* CARTAILHAC, Directeur de la Revue des matériaux pour l'Histoire de l'homme, 33 *bis*, rue Valadé. — Toulouse.
* CATALAN, Professeur d'analyse à l'Université. — Liége.
* CAZEAU, Rédacteur du *Magasin pittoresque*, hôtel Rion, rue Montesquieu. — Bordeaux.
LE CERCLE D'ALGER de la Ligue de l'Enseignement. — M. Gastu, rue de Bône, 1. — Alger.
LE CERCLE PHILHARMONIQUE de Bordeaux.
* Dr CHABRELY, à la Bastide. — Bordeaux.
* Dr CHAIGNEAU, Maire de Floirac, allées de Tourny. — Bordeaux.
DE CHAMPLOUIS (le baron), boulevard Latour-Maubourg, 8. — Paris.
CHAMPONNOIS, rue de la Jussienne, 8. — Paris.
CHANCEL, Doyen de la Faculté des sciences. — Montpellier.
* CHAPELLE (DE), Docteur en médecine, pont de la Maye, près 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.
CHARLES, chez M. Francisque Sarcey, 59, rue de Douai. — Paris.
* DE CHASTEIGNIER (le comte Alexis), rue Montbazon, 23. — Bordeaux.
* CHATIN (Joannès), Docteur en médecine, rue de Rennes, 129. — Paris.
* CHAUMEIL, Inspecteur primaire, rue Ducau. — Bordeaux.
* CHAUVET (G.), Notaire. — Larochebeaucourt (Dordogne).
* CHAUVOT, 26, pavé des Chartrons. — Bordeaux.
* CHAVÉE, professeur de linguistique, boulevard des Italiens, 28. — Paris.
* DE CLERMONT, boulevard Saint-Michel, 8. — Paris.
CLOUET (G.), Professeur de pharmacie et de toxicologie de l'École de médecine, rue de la Grosse-Horloge, 52. — Rouen.
COMME, Chef de culture, rue de Belleville, 15. — Bordeaux.

COQUEREL (le Pasteur Athanase), rue de Boulogne, 3. — Paris.
Sir John-Rose CORMACK 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, rue d'Ulm, 45. — Paris.
CORNU, Juge de paix. — Châteauneuf-sur-Loire (Loiret).
* COURTOIS (Henri). — Au château de Muges, par Damazan (Lot-et-Garonne).
* COUTANCEAU, Ingénieur civil, rue de la Concorde. — Bordeaux.
* COUVREUR, Censeur du Lycée. — Bordeaux.
CUSSET, Imprimeur, rue Racine, 26. — Paris.
DABRY DE THIERSANT, rue Castellane, 14. — Paris.
* Dr DAGRÈVE (E.), Médecin du Lycée et de l'Hôpital. — Tournon (Ardèche).
* DALEAU (François). — Bourg-sur-Gironde.
* DALLÉAS, Propriétaire, cours de Tournon, 4. — Bordeaux.
* DANEY, Négociant, Adjoint au Maire. — Bordeaux.
* DAN GUESTIER, Membre de la Chambre de commerce. — Bordeaux.
* DANNECY, Pharmacien, cours de l'Intendance, 47. — Bordeaux.
DARBLADE, Docteur en médecine. — Barcelonne-de-Gers (Gers).
DASTRE, Préparateur à l'École normale, rue d'Ulm, 45. — Paris.
* DECAZES (le duc), Député de la Gironde, chât. de Lagrave. — Libourne.
Dr DECHAMBRE, rue de Lille, 91. — Paris.
DELARUE, Pharmacien. — Meaux.
DELAUNAY (Gaston), Garde général des eaux et forêts. — Vitry-le-Français.
* DELBOY, Conseiller municipal, rue de Pessac. — Bordeaux.
* DELBRUCK (J.). — Langoiran (Gironde).
* Dr DELMAS, rue David-Johnston. — Bordeaux.
* DELPIT, rue Margaux, 22. — Bordeaux.
* DELVAILLE (Léonce), Négociant, rue Arnaud-Miqueu. — Bordeaux.
* DEMARSY, Membre de la Commission centrale de la Société de géographie. — Compiègne (Oise).
* Dr DEMONS, rue Michel-Montaigne, 15. — Bordeaux.
* Dr DENUCÉ, Professeur à l'École de médecine. — Bordeaux.
* DEROULÈDE, Propriétaire. — Bouscat, près Bordeaux.
* DESBONNES (F.), Négociant, allées de Chartres, 18. — Bordeaux.
DESLONGCHAMPS, Professeur à la Faculté des sciences. — Caen.
* Dr DESMAISONS-DUPALLANS. — Castel-d'Andorte, près Bordeaux.
DESMOLINS (Claude-Léon), Notaire. — Avallon (Yonne).
DESOUCHE. — Paris.
* DESSOR, Professeur à la Société philomathique, rue de la Monnaie, 27. — Bordeaux.
* DEVALZ, Docteur en médecine, rue de la Trésorerie. — Bordeaux.
DEVEY, faubourg Saint-Denis, 155. — Paris.

DIACON, Professeur à l'École de pharmacie. — Montpellier.
DIDA (A.), Chimiste, rue Popincourt. — Paris.
DIETZ (J.), rue de la Monnaie, 4. — Nancy.
DOLLFUS (Auguste). — Mulhouse.
* DONY, Ingénieur de la Société anonyme des produits chimiques agricoles. — Bordeaux.
* DORÉ-WUNDERLY. — Arcachon.
* DORMOY, Conseiller municipal, rue Vilaris. — Bordeaux.
* Dr DOUAUD, rue Lombard. — Bordeaux.
* DOUILLARD DE LA MAHAUTIÈRE, Propriétaire, cours du Jardin-Public. — Bordeaux.
* DOUMERC, Ingénieur civil. — Bayonne.
DUBOUCHÉ (Adrien), Négociant. — Jarnac (Charente).
* DUBOURG, Avoué, rue du Temple, 27. — Bordeaux.
* Dr DUBREUILH (Ch.), rue du Champ-de-Mars, 12. — Bordeaux.
* DUBUISSON (François), Propriétaire. — Jouarre (Seine-et-Marne).
* DUBUT, Ingénieur en retraite, 2, rue Duffour-Dubergier. — Bordeaux.
* DUCLOU (Georges), Négociant-Armateur, rue de Sèze, 3. — Bordeaux.
* Dr DUDON, rue Huguerie, 10. — Bordeaux.
Dr DUFAY, Membre de l'Assemblée nationale. — Blois (Loir-et-Cher).
* DULUC, Vétérinaire, place d'Aquitaine, 18. — Bordeaux.
Dr DUMÉNIL, rue de l'Hôtel-de-Ville, 45. — Rouen.
* DUPOND (Em.), Professeur à l'École de notariat, rue d'Albret, 18. — Bordeaux.
* Dr DUPUY (Joseph), cours de Tourny, 61. — Bordeaux.
DUPUY (l'abbé), Professeur au Petit Séminaire. — Auch.
Dr DURAC, Chef des travaux anatomiques et Professeur suppléant à l'École de médecine, rue d'Arcole, 36. — Toulouse.
DURAND-CLAYE (Alfred), Ingénieur des ponts et chaussées, rue Richelieu, 85. — Paris.
* DURAND (Édouard), Curé. — Maule (Seine-et-Oise).
DUREAU (Alexis), Archiviste de la Société d'anthropologie de Paris, rue Latour-d'Auvergne, 16. — Paris.
* DURET (T.-H.) père, Propriétaire, rue J.-J. Rousseau, 17. — Bordeaux.
* DURROS, Négociant, cours des Fossés, 43. — Bordeaux.
ÉLIE (Eugène), Propriétaire, rue Berthelot, 22. — Elbeuf.
* FAGET (Marius), Architecte, Adjoint au Maire. — Bordeaux.
* FAIVRE, Doyen de la Faculté des sciences. — Lyon.
FALATEUF (Oscar), Avocat, Membre du Conseil de l'ordre, rue du Conservatoire. — Paris.
* FALIÈRES, Pharmacien. — Libourne.
* FARGUES, Ingénieur des ponts et chaussées, rue Rodrigues-Péreire. — Bordeaux.
* FAURÉ (Jules), cours d'Alsace-Lorraine, 16. — Bordeaux.

* Faure (Charles), Négociant, rue du Pont-de-la-Mousque, 36. — Bordeaux.
Fée (Félix), Médecin en chef à l'hôpital Militaire. — Ajaccio (Corse).
Féréol (Félix), Docteur en médecine, rue du Pont-Neuf, 21. — Paris.
* Féret (Édouard), Libraire. — Bordeaux.
* Ferrière (Gabriel), rue du Réservoir. — Bordeaux.
Figuet, Pharmacien major. — Montpellier.
* Filhol, Professeur à la Faculté des sciences. — Toulouse.
* Filhol, Interne des hôpitaux de Paris, rue Cuvier, 16. — Paris.
* Fillioux, Pharmacien. — Arcachon.
* Dr de Fleury, Professeur à l'École de médecine, rue Castéja, 1. — Bordeaux.
* Foncin, Professeur d'histoire et de géographie au Lycée de Bordeaux, Membre de la Société de géographie. — Bordeaux.
* Dr Fontaine, rue Neuve-des-Mathurins, 99. — Paris.
* Fort (Pierre) père, rue Vauban. — Bordeaux.
* Fort fils, Négociant, rue Vauban. — Bordeaux.
Fouque (Charles), Archiviste de la Société d'histoire naturelle de Toulouse, rue de la Pomme, 64. — Toulouse.
* Fourcand, Député de la Gironde, Maire de Bordeaux. — Bordeaux.
* Fourcand (Léon), Négociant, Membre du Conseil municipal, rue Saint-Remi, 34. — Bordeaux.
* Fourmond (L.), Négociant, avenue de Paris, 4 (La Bastide). — Bordeaux.
* Fournet, place Tourny. — Bordeaux.
Fournier (E.), Notaire. — Tours.
Freyssinge, Pharmacien de 1re classe, rue St-Dominique, 48. — Paris.
Froment, Agent-Voyer, Conducteur. — Au Cheylan (Ardèche).
* Frossard (Émilien), Pasteur, Président de la Société Ramond. — Bagnères-de-Bigorre.
* Fuster, Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier. — Montpellier.
Gabriel (l'abbé), Desservant, Docteur en théologie. — Eynesse, canton de Sainte-Foy (Gironde).
Gachassin-Lafitte, Procureur de la République. — La Réole.
* Dr Galdo (Manuel M. J. de), Professeur d'histoire naturelle à l'Université, ex-Maire de Madrid, Sénateur du royaume, rue Hortaleza. — Madrid.
Gallé-Reinemer, rue de la Fayencerie, 1. — Nancy.
* Galos, Négociant, rue Croix-Blanche, 103. — Bordeaux.
Gardé, à l'École centrale. — Paris.
Gariel (Mme Marguerite), rue des Martyrs, 41. — Paris.
* Garnier (Francis), Lieutenant de vaisseau, rue du Rond-Point, 14, à La Varenne-Saint-Hilaire (Seine).
* Garreau, ancien Capitaine de frégate, rue de Floirac, 1. — Agen.
Dr Garrigou, rue Valadé, 38. — Toulouse.

* Gasquet, Vétérinaire. — Aiguillon.
* Gassies, Directeur du Musée préhistorique. — Bordeaux.
* Gaullieur, Archiviste de la ville. — Bordeaux.
Gauthier (Antoine). — Château de Piquayne, près Cazères (Haute-Garonne).
* Gautier, Professeur agrégé à la Faculté de médecine, rue de Vaugirard, 35. — Paris.
Dr Gay. — Jarnac.
* Dr Gellie, rue Neuve, 33. — Bordeaux.
Germain, Ingénieur de la marine en mission. — Toulon.
* Gervais, Conseiller général. — Blaye (Gironde).
Gibon, Ingénieur-Directeur des forges de Commentry. — Commentry (Allier).
Gilon, Serrurier-Mécanicien, rue du Cherche-Midi, 94. — Paris.
Giraldès, Membre de l'Académie de médecine, rue des Beaux-Arts, 11. — Paris.
* Girard de Rialle, Préfet des Basses-Alpes. — Dignes (Basses-Alpes).
Giroud, rue d'Hauteville, 49. — Paris.
* Godard (Camille), Négociant, façade des Chartrons, 106. — Bordeaux.
Gosselin, Professeur à la Faculté de médecine, rue des Pyramides, 3. — Paris.
* Gouget, Archiviste du département. — Bordeaux.
Gozzadini (comte J.), Sénateur du royaume d'Italie, ancien Président du Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques. — Bologne (Italie).
* Grandidier, rue de Berry, 14. — Paris.
* Grandidier (Mme), rue de Berry, 14. — Paris.
* Gremailly, Directeur de l'hôtel de la Paix. — Bordeaux.
* Grimaux, Professeur agrégé à la Faculté de médecine, rue d'Assas, 104. — Paris.
* Grossard (Hippolyte), Négociant. — Bordeaux.
* Des Grottes, Conseiller général, cours de Tourny. — Bordeaux.
* Dr Guépin, rue Thiac. — Bordeaux.
* Guyerdet (A.), Attaché aux collections géologiques de l'École des mines, rue de Penthièvre, 32. — Sceaux (Seine).
* Halphen (Constant), rue Taitbout, 9. — Paris.
* Dr Hameau, Docteur en médecine. — Arcachon.
* Hanappier (Mme), rue du Jardin-Public. — Bordeaux.
* Harlé, Ingénieur en chef de la Compagnie du Midi, allées de Tourny, 44. — Bordeaux.
* Henninger, rue Daguerre, 13. — Paris.
* Herbault-Nemours, Agent de change, rue Bleue, 17. — Paris.
* Hugon (Ph.), Chef de div. à la mairie, rue de Lerme, 19. — Bordeaux.
* Hureau de Villeneuve (Mme), rue Lafayette, 95. — Paris.
Dr de Hysern (Joachim), ancien Professeur, Conseiller royal, Inspec-

teur général de l'instruction publique d'Espagne, rue du Prado, 20. — Madrid.

* Illaret (A.), Vétérinaire. — Sainte-Ferme, par Monségur (Gironde).

* Jacquemet, Inspecteur général des ponts et chaussées. — Bordeaux.

* Janssen, rue Labat, 21. — Paris.

* Dr Jaubert, rue d'Argenteuil, 8. — Paris.

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

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

* Dr Jobert, rue des Écoles, 34. — Paris.

* Johnston (H.), Négociant, rue Vauban, 25. — Bordeaux.

* Joly, Ingénieur en chef des ponts et chaussées. — Bordeaux.

* Dr Joubert, rue Vital-Carles. — Bordeaux.

Dr Jouon, rue des Moulins, 23. — Nantes.

* Jourdy, Capitaine d'artillerie au dépôt central, place Saint-Thomas-d'Aquin. — Paris.

* Dr Kloz, cours Tourny, 36. — Bordeaux.

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

* Dr Labat, Professeur à l'École de médecine. — Bordeaux.

* Labat, rue Planturable, 22. — Bordeaux.

* Labbé, rue des Feuillantines, 65. — Paris.

* Laborde, Docteur en médecine, ancien interne des hôpitaux, passage Serre, 11. — Levallois-Perret (Seine).

Dr Lachaud. — Lugon (Gironde).

* O. de Lacolonge, ancien Officier d'artillerie, allées de Tourny. — Bordeaux.

* Lafargue, cours d'Alsace-et-Lorraine, 93. — Bordeaux.

* Lafargue, Industriel à la manufacture de Laprade, par Aubeterre (Charente-Inférieure).

* Lafont (Alexandre), Naturaliste. — Arcachon.

* Lagneau (Mme), rue de la Chaussée-d'Antin, 38. — Paris.

* Lagrave, Magistrat, cours de l'Intendance, 27. — Bordeaux.

de Lagrené, Ingénieur des ponts et chaussées, rue Saint-Lazare, 6. — Paris.

* Lagrolet, Négociant, cours d'Alsace-Lorraine, 124. — Bordeaux.

* Dr Lahens (Th.), cours du Jardin-Public. — Bordeaux.

* Lalanne, rue Doidy, 23. — 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'École de Nancy, rue Saint-Dizier, 28. — Nancy.

Dr Lallier, rue Caumartin, 22. — Paris.

* Dr Lande, Chef interne de l'hôpital Saint-André. — Bordeaux.

* Dr Landré, rue de la Croix-Blanche, 91. — Bordeaux.

* Dr Lanelongue, Professeur à l'École de médecine, rue du Temple, 24. — Bordeaux.

* Lanoirë (Albert), rue Hustin, 8. — Bordeaux.
* Lanusse fils, Négociant, rue du Temple, 13. — Bordeaux.
* Laporte, Professeur de mathématiques, rue Mouneyra, 71. — Bordeaux.
Laporte (Maurice), Négociant. — Jarnac (Charente).
* Dr Larauza, Médecin en chef des Thermes. — Dax (Landes).
* Laroche (Mme), allées de Tourny, 7. — Bordeaux.
* Laroche, Ingénieur des ponts et chaussées, allées de Tourny, 7. — Bordeaux.
* Laroche-Tolay, Ingénieur en chef des ponts et chaussées. — Bordeaux.
* Laroze (Alfred), Avocat, rue Montméjan, 17. — Bordeaux.
* Larré, Avoué, rue Vital-Carles. — Bordeaux.
* Larronde (E.), Conseiller municipal, rue Vauban, 9. — Bordeaux.
* Lartet, Docteur ès-sciences, rue Linnée, 9. — Paris.
* Lataste, Maire de Libourne. — Libourne.
de Saint-Laumer, ancien Maire. — Chartres (Eure-et-Loir).
* de Saint-Laurent, Avocat, cours d'Aquitaine, 92. — Bordeaux.
* Lawton (William), Négociant, Pavé des Chartrons. — Bordeaux.
* Dr Le Blaye (J.), cours de Gourgues, 9. — Bordeaux.
Dr Lecadre (A.), rue Fontenelle, 13. — Le Havre.
Léchopié, ancien Magistrat, rue des Écuries-d'Artois, 38. — Paris.
Léchopié (Mme), rue des Écuries-d'Artois, 38. — Paris.
Lefort (Jules), Membre de l'Académie de médecine, rue Neuve-des-Petits-Champs, 87. — Paris.
* Legendre père, rue de Caudéran. — Bordeaux.
* Legendre, Conseiller municipal, quai de Bourgogne, 5. — Bordeaux.
* Lemoine (Émile), Ingénieur civil, ancien élève de l'École polytechnique, rue du Cherche-Midi, 55. — Paris.
Lemoine, Ingénieur des ponts et chaussées, rue du Sommerard, 19. — Paris.
* Lenoir, Négociant, Membre du Conseil municipal, cours d'Alsace-Lorraine, 9. — Bordeaux.
* Dr Léon, Professeur à l'École de médecine navale. — Rochefort.
* Léon (Adrien), Député de la Gironde, rue Foy. 5. — Bordeaux.
* Léon (Alexandre), Administrateur de la Compagnie du Midi, Armateur, cours du Chapeau-Rouge, 11. — Bordeaux.
* Léon (Anselme), Avocat. — Bordeaux.
* Léon (Henry), Négociant, cours du Jardin-Public, 24. — Bordeaux.
* Dr Léon-Dufour (A.), — Saint-Sever-sur-Adour (Landes).
Leroy (L.), Ingénieur civil, Entrepreneur de travaux publics, boulevard de Calais, 10. — Argenteuil.
* Lescarret, Président de la Société philomathique, rue Montméjan. — Bordeaux.
* Lesnier (Frédéric), Conseiller général de la Gironde. — Carbon-Blanc (Gironde).

* Lespiault, Professeur à la Faculté des sciences. — Bordeaux.
* Lestrange (vicomte de). — Saint-Julien, par Saint-Genis-de-Saintonge.
* Dr Létiévant, Chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu, rue Childebert, 3. — Lyon.
* Dr Letessier. — Lormont-Bordeaux.
* Dr Leudet, Directeur de l'École de médecine. — Rouen.
* Levallois (J.), Inspecteur général des mines en retraite, rue Saint-Dominique, 91. — Paris.
* Dr Levieux, Vice-Président du Conseil d'hygiène et de salubrité de la Gironde. — Bordeaux.
* Leydet, rue Ausone, 33. — Bordeaux.
Dr L'Huillier, rue Saint-Laurent, 27. — Pont-à-Mousson (Meurthe).
* Libaudière, rue Duplessis, 1. — Bordeaux.
* Liès-Bodard, Inspecteur de l'Académie de Bordeaux. — Bordeaux.
* Linder, Ingénieur des mines, rue Fondaudége. — Bordeaux.
* Dr Lisle. — Arcachon.
Livache, Ingénieur civil, rue de Grenelle-Saint-Germain, 24. — Paris.
Loevy (Maurice), Astronome à l'Observatoire. — Paris.
* Lopès-Dubec (Félix), Armateur, place Dauphine, 28. — Bordeaux.
* Loste, Notaire, rue Ferrère, 50. — Bordeaux.
Lottin. — Noyers (Loir-et-Cher).
* Saint-Loup, Professeur à la Faculté des sciences. — Besançon.
de Luca, Professeur de chimie à l'Université. — Naples.
Lucas (Charles), Architecte, boulevard Denain, 8. — Paris.
* Dr Mabit, Professeur à l'École de médecine. — Bordeaux.
Macé, Professeur à l'École de médecine. — Rennes.
Madelaine (Joachim). — Évian-les-Bains (Haute-Savoie).
* Mailho, Pharmacien, cours des Fossés, 9. — Bordeaux.
Malézieux (E.), Ingénieur en chef, Secrétaire de la Commission des Annales des ponts et chaussées, rue du Bac, 108. — Paris.
* Malingre, Ingénieur civil, rue Cervantes. — Madrid.
Malinowski, Professeur au Lycée. — Cahors.
* Manès, Ingénieur civil, rue Castéja, 2. — Bordeaux.
* Maréchal, rue du Manége, 25. — Bordeaux.
Marès, place Castries. — Montpellier.
Marey, Professeur au Collége de France, rue de l'Ancienne-Comédie, 14. — Paris.
* Marié-Davy, Astronome à l'Observatoire, rue Gay-Lussac, 36. — Paris.
Marion, Professeur de Philosophie, rue Villedieu. — Bordeaux.
* Dr Marmisse, rue Saint-Sernin, 49. — Bordeaux.
* Dr Marmottan, Membre du Conseil municipal, rue Desbordes-Valmore, 31. — Paris.
* Marnas (J.-A.), quai des Brotteaux, 11. — Lyon.

MARTIN (Edmond), rue des Jeûneurs, 14. — Paris.
* DE SAINT-MARTIN. — Artigues, par La Bastide (Gironde).
* MARTIN-BARBET, Pharmacien, cours Tourny, 21. — Bordeaux.
MARTINET (Ludovic). — Château de la Roche, commune de Graçay (Cher).
MASCART, Professeur au Collége de France, rue Tournefort. — Paris.
MASFRAND, Pharmacien, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Aurillac (Cantal).
MASSÉNA (duc de Rivoli), rue Jean-Goujon, 8. — Paris.
* MASSÉNAT. — Brives (Corrèze).
* MAUFRAS (E.). — Pons (Charente-Inférieure).
* MAUPIN, rue Rodrigues-Pereire, 42. — Bordeaux.
* MAUREL (Émile), Négociant, rue d'Orléans, 7. — Bordeaux.
MAYER, Négociant, rue Saint-Georges, 20. — Paris.
MEISSAS, boulevard Saint-Germain, 81. — Paris.
* MELLER père, Négociant. — Bordeaux.
MÉNABRÉA (le général). — Chambéry (Savoie).
* MERCADIER, Ingénieur des télégraphes, boulevard des Capucines, 39. — Paris.
MERLE (Albert), rue d'Orléans, 11. — Bordeaux.
MESCHINET DE RICHEMOND (Louis-Marie), Archiviste de la Charente-Inférieure, Officier d'Académie, Secrétaire de l'Académie de la Rochelle, rue de la Cloche, 7. — La Rochelle.
* Dr DES MESNARDS (P.), rue Amelot, 29. — La Rochelle.
* MESTREZAT, Négociant, Consul suisse, rue du Parlement. — Bordeaux.
* Dr MÉTADIER, allées d'Orléans. — Bordeaux.
MEUNIER (Mme Hipp.), avenue de Paris, 13. — Versailles.
Dr MEUNIER. — Pau.
* MEURE, Pharmacien, rue Notre-Dame, 117. — Bordeaux.
* MICHEL (Charles), Avoué, cours de l'Intendance, 23. — Bordeaux.
MIELLE, Propriétaire. — Bergerac (Dordogne).
* MILLET (A.), rue Saint-Sernin, 98. — Bordeaux.
* MILLET (Stéphan), rue Saint-Sernin, 98. — Bordeaux.
MILNE-EDWARDS (Alphonse), Professeur de zoologie à l'École de pharmacie, rue Cuvier, au Muséum. — Paris.
MIN-BARABRAHAM, Banquier, place Puy-Paulin, 12. — Bordeaux.
MOITESSIER, Professeur à la Faculté de médecine. — Montpellier.
MONCHY (de), Propriétaire, rue des Remparts, 52. — Bordeaux.
* MONDIET, Agrégé à l'Université, Professeur au Lycée. — Mont-de-Marsan.
* MONTAGUT (Ch.), Conseiller général; cours de Gourgues, 10. — Bordeaux.
MORANGE, Enseigne de vaisseau. — Libourne.
Dr MOREAU (E.), rue du 29 Juillet, 7. — Paris.
Dr MORLOT, Docteur en médecine, rue Saint-Philibert, 24. — Dijon.
* MOTELAY (Léonce), Négociant, rue Guillaume-Brochon, 7. — Bordeaux.
* Dr MOUSSOUS, rue d'Aviau, 38. — Bordeaux.

NADAILLAC (le marquis DE), Préfet des Basses-Pyrénées. — Pau.
* DE NERVILLE, Inspecteur général des mines. — Bordeaux.
Dr NEUCOURT. — Verdun (Meuse).
* Dr NÉGRIÉ, Médecin des hôpitaux, cours Portal. — Bordeaux.
Dr NICAS. — Fontainebleau (Seine-et-Marne).
* NIEL, Conseiller de préfecture. — Bordeaux.
NOGUÈS (A. L.), Ingénieur civil des mines, Professeur de sciences physiques et naturelles, rue de Jussieu, 3. — Lyon.
* NORBERT-VUY, de Genève, rue Germain-Pilon, 7. — Paris.
* NOUVEL, Pharmacien de 1re classe. — Rodez (Aveyron).
OLLIVE, rue Bleue, 3. — Paris.
* Dr ORÉ, Professeur à l'École de médecine, rue du Palais-de-Justice. — Bordeaux.
OUSTALET, boulevard des Italiens, 11. — Paris.
* SAINT-PALAY, rue de la Trésorerie, 13. — Bordeaux.
* PALLADRE (l'abbé), Vicaire de Saint-Bruno. — Bordeaux.
PARMENTIER, Colonel du génie. — Havre.
* PARROT, Docteur en médecine, Professeur agrégé à la Faculté, rue de Savoie, 5. — Paris.
DE PARSEVAL GRANDMAISON (J.), Ancien président de l'Académie de Macon, Membre de la Société botanique de France. — Au château des Perrières, près Mâcon.
* PASCAULT, Avoué, rue du Temple, 25. — Bordeaux.
PASSY (Frédéric), rue Labordère, 8. — Neuilly-sur-Seine.
PAUL, chez M. F. Sarcey, rue de Douai, 59. — Paris.
Dr PAUL (Constantin), rue de l'Université, 29. — Paris.
Dr PAULET, rue des Écoles. — Paris.
PENEL, Capitaine d'état-major, au Dépôt de la guerre. — Paris.
PEREIRE (Henri), rue du Faubourg-Saint-Honoré, 31. — Paris.
PERRET, député du Rhône. — Collonge (Rhône).
* PERRIER, Capitaine d'état-major, rue du Bac, 106. — Paris.
Dr PERRIN, Professeur au Val-de-Grâce, rue Sainte-Placide. — Paris.
* Dr PÉRY, Médecin des hôpitaux, rue des Trois-Conils. — Bordeaux.
* Dr PEYRAUD. — Libourne (Gironde).
PIARRON DE MONDÉSIR, Ingénieur des ponts et chaussées, rue du Cherche-Midi, 76. — Paris.
* PICARD (Edmond), rue Château-Trompette, 3. — Bordeaux.
PICHE, Conseiller de préfecture, rue Montpensier, 8. — Pau.
PICHOU (Alfred), Géomètre des chemins de fer du Midi, rue de la Croix, 138. — Narbonne.
PILLET, rue de Rennes, 76. — Paris.
* Dr DE LA PLAIGNE, allées Damour, 59. — Bordeaux.
PLANCHON, Membre correspondant de l'Institut. — Montpellier.
PLANTEAU, Interne des hôpitaux de Paris. — Sainte-Foy (Gironde).
PLAZANET, Capitaine d'état-major, cours d'Albret, 51. — Bordeaux.
* Dr PLUMEAU, rue Baubadat, 25. — Bordeaux.

Poincaré, rue Lafayette, 6. — Nancy.
* Pottier, Capitaine, rue Saint-Pierre. — Dax (Landes).
* Dr Pouchet, rue Hautefeuille, 1. — Paris.
* Pouget, rue Poyenne, 37. — Bordeaux.
Poulet, Ingénieur des ponts et chaussées, rue Legendre, 131. — Paris.
* Pozzi, Aide d'anatomie à la Faculté de médecine, quai Bourbon, 51. — Paris.
* Prat, Chimiste, route de Toulouse, 101. — Bordeaux.
* Preller, Négociant, allées de Chartres, 18. — Bordeaux.
Preslier (Mme), chez M. F. Sarcey, rue de Douai, 59. — Paris.
* Dr Prunières. — Marvejols (Lozère).
* Pujos, cours Saint-Médard, 24. — Bordeaux.
Dr Pupier, rue Strauss. — Vichy.
* Putz (H.), Chef d'escadron d'artillerie, Commandant en deuxième à l'École polytechnique. — Paris.
* de Puyferrat, rue Saint-Remi, 64. — Bordeaux.
* Queyrens, Mécanicien à la Monnaie. — Bordeaux.
* Rabache (Ch.). — Morchain (Somme).
Ramey (Eugène), rue Bertin-Poirée, 10. — Paris.
* Dr de Ranse, place Saint-Michel, 4. — Paris.
* de Ranse (Mme), place Saint-Michel, 4. — Paris.
Ranvier, Docteur en médecine, rue Monsieur-le-Prince, 61. — Paris.
* Ratheau, Commandant du génie. — Bordeaux.
* Raynal, Négociant, place des Quinconces, 12. — Bordeaux.
Read (général John Mérédith), rue de Châteaudun, 55. — Paris.
* Regnault, Ingénieur des ponts et chaussées, rue de Pessac. — Bordeaux.
Reimonenq (Charles), ex-Chef de section de la voie au Chemin de fer du Midi, rue Ferrère, 42. — Bordeaux.
Reinwald, Libraire, rue des Saints-Pères, 15. — Paris.
* Dr Reliquet, rue le Peletier, 7. — Paris.
* Renaud (Georges), Professeur d'Économie politique, Lauréat de l'Institut, Secrétaire adjoint de la Société de statistique de Paris, chaussée de la Muette, 6. — Passy-Paris.
* Renversé, rue Naujac. — Bordeaux.
Resal, Ingénieur des mines, Professeur à l'École polytechnique, rue de Condé, 16. — Paris.
Dr Rey (Armand), Professeur à l'École de médecine, place Clavairon, 7. — Grenoble.
* Riban, Chef des travaux chimiques des hautes études au Collége de France, au Collége de France. — Paris.
* Richard (Ennemond), ex-Vice-Président de la Chambre de commerce de Saint-Étienne, boulevard Saint-Michel, 65. — Paris.
Richard (Adolphe), Attaché aux collections de l'École des mines, rue des Feuillantines, 93. — Paris.

* DE RIEUNÈGRE (Fabre), Propriétaire, rue Judaïque, 20. — Bordeaux.
Dr RIGOUT, Chimiste à l'École des mines, boulevard Saint-Michel, 60. — Paris.
* ROBINEAUD, Pharmacien, rue Notre-Dame, 62. — Bordeaux.
* Dr RODET (Henri), cours Morand, 36. — Lyon.
* Dr RAFAILLAC. — Margaux (Gironde).
* Dr ROLLET, rue Michel-Montaigne, 3. — Bordeaux.
RONNA (A.), Ingénieur, Secrétaire du Comité de l'Association autrichienne I. R. P. des chemins de fer de l'Est, boulevard Haussmann, 25. — Paris.
ROQUES (Adrien), Ingénieur civil. — Saint-Affrique (Aveyron).
* ROUDIER, Conseiller général de la Gironde pour Pujols. — Pujols (Gironde).
ROUGET (Ch.), Professeur à la Faculté de médecine, rue du Carré-du-Roi, 12. — Montpellier.
* Dr ROUGIER. — Arcachon.
* ROUIT, Ingénieur en chef de la Compagnie du Médoc. — Bordeaux.
* ROUSSEL, rue Esprit-des-Lois, 25. — Bordeaux.
* ROZIER (H.), Négociant, rue Ferrère, 4. — Bordeaux.
* SABATIER (l'abbé), Professeur à la Faculté de théologie, 16, rue Saubat. — Bordeaux.
Dr SABATIER, rue de la Coquille. — Béziers (Hérault).
SAINTE-CLAIRE-DEVILLE (Charles), Membre de l'Institut, 47, rue Madame. — Paris.
* SAINT-VIDAL (de), Directeur particulier, à Bordeaux, de la Compagnie d'assurances générales, place des Quinconces, 14. — Bordeaux.
* SALLE (Adolphe), Négociant, 61, façade des Chartrons. — Bordeaux.
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.
DE SAPORTA (le comte). — Aix (Bouches-du-Rhône).
SARCEY (Francisque), 59, rue de Douai. — Paris.
* SAUGEON, Conseiller général, cours de Tournon. — Bordeaux.
* SCHACHER (Georges), Négociant, 15, allées de Chartres. — Bordeaux.
SCHMOL (Charles), rue de Turenne, 132. — Paris.
SCHŒNEFELD, Secrétaire général de la Société botanique de France, 84, rue de Grenelle. — Paris.
* SCHŒNGRUN, Membre de la Chambre de commerce, place Dauphine. — Bordeaux.
* SCHRADER (François), 20, rue Borie. — Bordeaux.
* SCHÜTZENBERGER, Directeur du Laboratoire de la Sorbonne, 40, rue des Écoles. — Paris.
* SECRESTAT, Négociant, Membre du Conseil municipal. — Bordeaux.
* Dr SEGAY, Chirurgien des Hôpitaux. — Bordeaux.
* SEGRESTAA (Maurice), Négociant, cours du XXX Juillet, 27. — Bordeaux.

DE SEGUIER (Jean-Joseph Alfred), Conseiller à la Cour d'appel. — Orléans.

* SEIGNOURET (P. E.), Pavé-des-Chartrons, 24. — Bordeaux.

SERRES (Hector), rue Neuve, 28. — Dax (Landes).

* SERVANTIE, Étudiant en médecine, rue de Cheverus. — Bordeaux.

SILVA (R.-D.), chimiste, rue Monsieur-le-Prince, 33. — Paris.

* SIMON, Directeur de l'exploitation au Chemin de fer du Midi, rue du Réservoir. — Bordeaux.

SIMONIN, Directeur de l'École de médecine et de pharmacie. — Nancy.

* SOCIÉTÉ DE MÉDECINE DE SAINTES (LA), représentée par le Dr Papillaud. — Saujon (Charente-Inférieure).

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-au-Blé. — Châteauroux.

* Dr SOLLES, Conseiller municipal, rue Sainte-Catherine. — Bordeaux.

* SORET (Louis), Rédacteur des *Archives des sciences naturelles*. — Genève (Suisse).

* L. SOUBEIRAN, Professeur agrégé à l'École de pharmacie, 69, rue de l'Université. — Paris.

* SOUVERBIE (Saint-Martin), Conservateur du Muséum d'histoire naturelle. — Bordeaux.

* STÉHÉLIN (E.), Conseiller municipal, rue Vauban. — Bordeaux.

* STŒCKLIN, Ingénieur des ponts et chaussées. — Bayonne.

T... (Louise), chez M. Francisque Sarcey, 59, rue de Douai. — Paris.

DE TASTES, 30, rue Saint-Étienne. — Tours.

* TASTET (Édouard), Négociant, 60, quai des Chartrons. — Bordeaux.

* TEISSEIRE (Albert), 26, cours du Jardin-Public. — Bordeaux.

* TEISSEIRE (Omer), 26, cours du Jardin-Public. — Bordeaux.

* TEISSIER (P. Charles), rue de Pessac, 170. — Bordeaux.

* THÉRY, Conseiller général. — Langon (Gironde).

* THIBAULT, aux Archives départementales. — Bordeaux.

THIBAULT, Ingénieur, Entrepreneur, 18, rue du Pas-de-Loup. — Rochefort.

TISSANDIER, Chimiste, rue Bleue, 3. — Paris.

* TISSEYRE (Albert), cours d'Albret, 15. — Bordeaux.

* TOULAN, Pasteur. — Castillon (Gironde).

Dr TRÉLAT, Membre du Conseil général de la Seine, à la Salpétrière. — Paris.

* TRUTAT (Eugène), Conservateur du Musée d'histoire naturelle, rue des Prêtres, 3. — Toulouse.

* VALAT, Professeur, ancien Recteur, rue de Cursol, 38. — Bordeaux.

* VAN TIEGHEM, 44, rue des Grès. — Sèvres.

* Dr DE VAURÉAL. — Biarritz.

* VAUTIER (Théodore), 46, rue Centrale. — Lyon.

* Vavin (Jules), Lieutenant de vaisseau, faubourg Poissonnière, 47. — Paris.
Vée (Amédée), rue Vieille-du-Temple, 24. — Paris.
* Dr Verdalle, rue Hustin, 20. — Bordeaux.
* Dr Vergely, rue Castéja. — Bordeaux.
Vial, Pharmacien, rue Bourdaloue, 1. — Paris.
* Videau. — Castillon (Gironde).
* Villette (Ch.), Négoc., Adjoint au Maire, allées Damour. — Bordeaux.
* Vincent (Auguste), 9, rue d'Orléans. — Bordeaux.
Dr Weddell (H. A.), Membre correspondant de l'Institut, rue de la Tranchée, 14. — Poitiers.
Willm, Chef des travaux chimiques à la Faculté de médecine, boulevard Montparnasse, 82. — Paris.
* Wittelshöfer (Richard), Étudiant en médecine. — Vienne (Autriche).
* Wolf, Ingénieur des ponts et chaussées, rue Paulin. — Bordeaux.
Worms (B.), rue Jacob, 28. — Paris.
Worms (Fernand), rue Jacob, 28. — Paris.
Worms, rue Laffitte, 36. — Paris.
Worms (Simon), rue de la Chaussée-d'Antin, 15. — Paris.
* Wurth, 64, rue Saint-Sernin. — Bordeaux.
* Xambeu, Professeur au Collége. — Saintes (Charente-Inférieure).

ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

L'Association Française a tenu deux assemblées générales dans le courant de l'année 1872 : la première, à Paris, a établi la constitution définitive de l'Association; la seconde s'est réunie à Bordeaux, à la fin de la session, conformément aux Statuts. Nous donnons ci-après des extraits des procès-verbaux de ces séances.

SÉANCE D'INAUGURATION

tenue à Paris, le 22 Avril 1872,

sous la présidence de M. CLAUDE BERNARD.

(Extrait du Procès-Verbal.)

L'Assemblée confirme les pouvoirs du Conseil provisoire, composé de MM. CLAUDE BERNARD, *Président;* BROCA, DELAUNAY, A. D'EICHTHAL, de QUATREFAGES, A. WURTZ; CORNU, *Secrétaire;* G. MASSON, *Trésorier.*

Après discussion, les Statuts préparés par le Conseil sont adoptés par l'Assemblée.

L'Assemblée donne plein pouvoir au Conseil pour les mesures à prendre concernant l'organisation matérielle de l'Association, l'encaissement des souscriptions et pour la désignation de la ville où aura lieu la première session.

Conformément aux pouvoirs qui lui ont été conférés, le Conseil a décidé que la première session de l'Association Française aurait lieu à Bordeaux. La date de l'ouverture a été fixée au 5 septembre.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

tenue à Bordeaux, le 12 Septembre 1872,

sous la présidence de M. DE QUATREFAGES.

(Extrait du Procès-Verbal.)

L'Assemblée procède à l'élection du Bureau pour la 2me session. Sont nommés :

Président : M. de QUATREFAGES, membre de l'Institut.
Vice-Président : M. Ad. WURTZ, membre de l'Institut.
Secrétaire : M. LEVASSEUR, membre de l'Institut.
Vice-Secrétaire : M. LAUSSEDAT, lieutenant-colonel du génie.
Trésorier : M. G. MASSON, libraire-éditeur.
Archiviste : M. FRIEDEL, conservateur à l'École des mines.

Le Président proclame les noms des membres délégués qui, avec le Président et le Secrétaire de chaque Section, concourent à former le Conseil d'administration. Ces membres ont été élus exceptionnellement dans leurs Sections respectives; à l'avenir, et conformément aux Statuts, ils devront être présentés par les Sections et élus en Assemblée générale.

Par suite de ces élections, le Conseil d'administration est composé ainsi qu'il suit :

COMPOSITION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

(Votes du 5 et du 12 septembre 1872.)

1re et 2e Sections.
Valat, *Président.*
Laporte, *Secrétaire.*
D'Abbadie.
Capitaine Perrier.
Saint-Loup.

3e et 4e Sections.
Jacquemet, *Président.*
Lemoine, *Secrétaire.*
Arson.
Bréguet.
Commandant Ratheau.

5e Section.
Lallemand, *Président.*
Verger, *Secrétaire.*
Cornu.
Potier.
Mercadier.

6e Section.
Balard, *Président.*
Lecoq de Boisbaudran, *Secre.*
Berthelot.
Schützenberger.
Micé.

7e Section.
Marié-Davy, *Président.*
Linder, *Secrétaire.*
Lespiault.
Abria.
Belime.

8e Section.
Raulin, *Président.*
Daleau, *Secrétaire.*
Descloizeaux.
Baudrimont.
Lartet.

9e Section.
Durieu de Maisonneuve, *Prést*
Le Monnier, *Secrétaire.*
Baillon.
De Seynes.
Lespinasse.

10e Section.
Soubeiran, *Président.*
Kœchlin, *Secrétaire.*
L. Vaillant.
Lafont.
Perez.

11e Section.
Broca, *Président.*
Topinard, *Secrétaire.*
Gassies.
Cartailhac.
Lagneau.

12e Section.
Dr Bouillaud, *Président.*
Dr Lande, *Secrétaire.*
Dr Azam.
Dr Ollier.
Dr Cl. Bernard.

13e Section.
Rollet, *Président.*
R. Balguerie, *Secrétaire.*
D'Eichthal.
F. Clouzet.
O. Reylot.

14e et 15e Sections.
Abbé Durand, *Président.*
Demarsy, *Secrétaire.*
Marius Faget.
Renaud.
Saugeon.

Les Maires du Havre, de Lille et de Lyon ont adressé des lettres engageant l'Association à tenir sa prochaine session dans ces villes. Des remercîments seront adressés à ces villes pour l'empressement qu'elles ont mis à offrir leur concours à l'Association.

L'Assemblée décide que le Congrès de l'année 1873 aura lieu à Lyon. Elle décide ensuite que l'ouverture du Congrès aura lieu dans la deuxième quinzaine d'août.

Le Secrétaire donne lecture des vœux déposés par les 1re et 2e Sections:

1° Bordeaux étant situé à une distance presque égale du pôle et de l'équateur, il serait intéressant d'y faire l'observation d'un pendule invariable, qui serait conservé à Paris ou ailleurs, dont on noterait l'azimut d'observation. Tous les détails de l'observation seraient conservés dans les Archives de l'Association, qui en publierait seulement les résultats.

2° Il serait bon de faire un nivellement à un millimètre près d'un point saillant d'un édifice connu, par rapport au niveau de la mer voisine, en notant l'heure, la minute et le jour où l'on aurait posé, sur l'eau de mer, la mire; on vérifierait ce nivellement par une répétition de l'opération en sens contraire : ce serait le moyen de constater, dans vingt ou trente ans, le changement de niveau qui pourrait s'opérer entre la terre et l'Océan.

L'Assemblée adopte ces vœux.

Le docteur Azam, Secrétaire du Comité local, propose que les habitants de Bordeaux, profitant de l'occasion offerte par le Congrès, fondent un centre scientifique qui serait l'intermédiaire, le lien permanent entre l'Association française siégeant à Paris et la région bordelaise.

Cette proposition, dont la réalisation dépend des Bordelais exclusivement, est vivement applaudie.

Le Président déclare clos le Congrès de Bordeaux et la Session de 1872.

CONGRÈS DE BORDEAUX

PROGRAMME

DE LA SESSION

5 septembre. — A 2 heures, séance d'inauguration. — A 8 heures et demie du soir, conférence : les Troglodytes des Eyzies, par le professeur Broca.

6 septembre. — A 9 heures du matin, séances de Section. — A 2 heures du soir, séance générale : Dr A. Guérin, MM. Laussedat, l'abbé Durand, Janssen, Respighi. — A 8 heures du soir, conférence : le Voyage d'exploration du Cambodge, par M. Francis Garnier. — Le Bassin de l'Amazone, par M. l'abbé Durand.

7 septembre. — Excursion à Arcachon.

8 septembre. — Excursion aux Eyzies.

9 septembre. — A 9 heures du matin, séances de Section. — A 1 heure du soir, visite au Bassin à flot. — A 8 heures du soir, conférence : la Constitution physique du soleil, par M. Cornu.

10 septembre. — Excursion à la Pointe de Graves et à la tour de Cordouan.

11 septembre. — A 9 heures du matin, séances de Section.— A 2 heures du soir, séance générale : MM. le Dr Le Fort, capitaine Perrier, Alexandre Léon. — A 9 heures du soir, réception du Congrès par le Conseil municipal, à l'Hôtel-de-Ville,

12 septembre. — A 9 heures du matin, séances de Section.— A 2 heures, Assemblée générale et clôture.

15 septembre. — Départ de l'excursion pour La Bouheyre, Morcenx, Dax et les mines de la Bidassoa.

SÉANCES GÉNÉRALES

SÉANCE D'OUVERTURE

5 septembre 1872.

Présidence de M. DE QUATREFAGES.

Assistaient à la séance : MM. Fourcand, maire de Bordeaux; Ferdinand Duval, préfet de la Gironde; le général d'Aurelles de Paladine; le général Bourdillon; Larrieu, Princeteau, Johnston, duc Decazes, députés de la Gironde, et un grand nombre de Conseillers municipaux.

M. de Quatrefages lit une lettre de M. Claude Bernard, Président provisoire de l'Association, qui s'excuse, par raison de santé, de ne pouvoir assister au Congrès qui va s'ouvrir.

Par acclamation, l'Assemblée nomme M. de Quatrefages Président du Congrès.

Les discours suivants sont prononcés par

MM. DE QUATREFAGES, Président du Congrès;
FOURCAND, Maire de Bordeaux;
CORNU, Secrétaire général de l'Association;
G. MASSON, Trésorier.

M. de QUATREFAGES,

de l'Institut,

Président du Congrès.

La Science et la Patrie.

MESSIEURS,

Si je prends aujourd'hui la parole, si j'ai le très grand honneur d'ouvrir la première session de l'Association française, je le dois à un triste concours de circonstances, les unes pénibles seulement, les autres bien douloureuses. M. Claude Bernard, notre éminent président provisoire, retenu par sa santé, que le travail a ébranlée, n'a pu faire le voyage de Bordeaux; M. Combes, son prédécesseur, a succombé presque à l'improviste, et vous savez tous quelle affreuse catastrophe vient d'arracher M. Delaunay à notre réunion. Je voudrais, Messieurs, et vous auriez le droit de l'attendre de moi, je voudrais vous parler longuement de ces deux collègues, et signaler tous les titres qu'ils ont à nos regrets. Mais, pour louer dignement des hommes qui furent l'honneur des sciences

mécaniques et astronomiques, il faudrait être mécanicien et astronome. Je laisse donc à d'autres cette tâche, qui m'eût été douce. Nous savons tous, d'ailleurs, combien sont grands et nombreux les services rendus par M. Combes à la science pure; combien sont importantes les applications qu'il a faites de son savoir aux industries les plus diverses. Nous savons tous aussi que M. Delaunay, fidèle aux études qui l'avaient conduit à l'Institut, poursuivait l'impression de sa *Théorie de la lune,* immense monument scientifique encore inachevé, mais que des mains pieuses s'empresseront de terminer.

Ainsi, Messieurs, aux joies de cette première réunion se mêlent les amertumes de séparations éternelles. Avant même de s'être constituée, notre Association a perdu deux de ses fondateurs, et celui-là même auquel elle doit peut-être d'exister. C'est, en effet, autour de M. Combes que se groupèrent tout d'abord les quelques hommes dévoués dont l'appel a eu tant de retentissement; c'est dans son cabinet que se tinrent les premières réunions; il fut notre premier président provisoire. S'il eût vécu, il le serait encore; et j'écouterais avec vous cette parole à la fois ardente et grave qui, dans l'homme d'intelligence, faisait toujours reconnaître l'homme de droiture et de cœur.

Quelques jours plus tard, nous aurions entendu M. Delaunay. Il fut de la première phalange; il avait embrassé avec dévouement toutes les idées qui nous rassemblent et nous unissent. Nos programmes attestent la part considérable qu'il avait acceptée dans nos travaux futurs. Notre malheureux collègue aurait fait une conférence; il aurait parlé dans la section d'astronomie; et, dans ce langage toujours net et précis autant qu'élégant et facile dont il avait le secret, il nous aurait communiqué les prémices de quelqu'une de ses études commencées, dont le souvenir a dû ajouter aux angoisses de sa dernière heure.

Ces deux pertes sont donc grandes, Messieurs; mais, loin d'affaiblir nos courages, elles doivent nous faire sentir la nécessité de redoubler d'efforts, pour mener à bien l'œuvre à laquelle s'étaient voués Combes et Delaunay.

Cette œuvre, vous la connaissez, Messieurs, et vous vous y êtes associés. Notre but commun, c'est l'avancement et la diffusion des sciences; ou mieux encore, la rénovation de notre pays par les études et l'esprit scientifique.

Messieurs, je crois pouvoir le dire, je ne suis ni pessimiste ni chauvin. Il m'est impossible d'admettre les étranges assertions qui nous arrivent parfois d'outre-Rhin et qui représentent le rôle de la France comme fini dans le monde de l'intelligence. Soyez-en sûrs, ceux qui tiennent ce langage ne croient pas eux-mêmes à leurs paroles. Ils savent bien que la France a gardé et garde son rang. Mais si, tête contre tête, nous ne craignons la comparaison avec n'importe quel pays, si aux grands noms tant prônés à l'étranger nous pouvons en opposer qui ne leur cèdent en rien, nous devons reconnaître, en revanche, que le niveau scientifique général est beaucoup plus élevé chez plusieurs de nos voisins que chez

nous. En France, on a l'air de regarder les savants comme formant un groupe d'initiés dont il est impossible et inutile de sonder les mystères. La population qui leur tient de plus près, dans les classes d'ailleurs intelligentes et éclairées, reste étrangère à la science. Dans les professions même dont celle-ci est le fondement, on s'en tient d'ordinaire aux plus stricts éléments, sans rien chercher au delà et surtout en dehors de l'indispensable.

Il y a là une cause d'infériorité trop réelle pour notre pays comparé à ceux où l'on comprend mieux les charmes de la science et son immense utilité. A valeur égale, il est clair que la production est moindre là où les travailleurs sont moins nombreux; multiplier ceux-ci, ce sera grandir notre France.

N'y a-t-il pas dans cette pensée de quoi éveiller de nobles ambitions? A notre époque déchirée, alors que les égarements de l'esprit de parti nous parquaient trop souvent dans des camps ennemis, tous nos cœurs ont pourtant battu à l'unisson sous l'empire d'un sentiment commun. Tous nous avons souffert des malheurs de notre patrie; tous nous avons juré qu'elle se relèverait. Mais, de nos jours plus que jamais, la grandeur des États ne se mesure pas seulement à l'étendue du territoire, au chiffre des habitants; la lutte n'a pas lieu seulement dans les champs de la guerre. De nos jours plus que jamais, le domaine de l'intelligence, le terrain de la science ont aussi leurs batailles, leurs victoires et leurs lauriers. En attendant l'avenir, c'est là qu'il faût d'abord aller chercher la revanche.

Le travailleur scientifique est donc aussi un soldat. Qu'il se place à ce point de vue, et lui aussi connaîtra les ardeurs de la lutte, les enivrements du triomphe. Plus heureux que le guerrier, il n'aura pas au-dessus de lui un général en qui se résume l'honneur d'un succès dû à tous. Quelque minime que soit sa part de gloire, elle lui reviendra tout entière. Autant que celui qui travaille pour sa seule réputation, il aura donc les satisfactions de l'amour-propre. Il aura de plus les saintes joies du patriotisme; car, petit ou grand, tout résultat scientifique nouveau est un rayon de plus, pâle ou brillant, ajouté à l'auréole de la patrie.

Il y a, Messieurs, dans cette pensée une source inépuisable d'émulation et de force. Nous avons pu en juger, nous qui, depuis quelques années, avons visité la Belgique, l'Italie, le Danemark, et assisté à leurs solennités scientifiques. La première dans le calme de sa neutralité, la seconde au milieu de ses élans vers des destinées nouvelles, le troisième dans des deuils, puisaient dans ce double amour de la science et du pays des stimulants ou des consolations inconnues aux ambitieux égoïstes. A Bruxelles, en célébrant le centième anniversaire de l'Académie, on disait: « La Belgique est petite dans le monde politique; mais nous l'avons grandie dans le monde intellectuel; nous la grandirons encore! » — A Bologne, en présence des splendeurs des civilisations éteintes, on s'écriait: « Nous les ressusciterons! » — A Copenhague, on répétait: « Le Danemark disparaîtra peut-être sur les cartes; nous le ferons

revivre dans nos travaux! » — La France aussi, Messieurs, a ses plaies saignantes et ses mutilations matérielles. C'est aux hommes de l'intelligence et de la science surtout qu'il appartient d'apporter à ses maux de nobles compensations, tout en préparant l'avenir.

Toutefois, je le reconnais, tous les Français ne peuvent se ranger sous les bannières de la science militante; tous ne sauraient devenir des savants de profession. Mais tous peuvent et doivent avoir des notions scientifiques suffisantes au moins pour comprendre l'utilité de l'intervention des hommes spéciaux, pour juger du moment où cette intervention devient nécessaire.

La science est aujourd'hui partout; elle tend de plus en plus à devenir la souveraine du monde. Quelle industrie n'a besoin de la mécanique, et quelle est celle qui voudrait s'en tenir aux progrès déjà réalisés par cette science? Quelle est celle qui repousserait le secours de la chimie? Quel médecin, digne de ce nom, consentirait à se passer de la physiologie, de cette science complexe, fille de la chimie, de la physique et de la mécanique tout autant que de l'anatomie? Quel agriculteur éclairé ne comprend que les problèmes de culture et de production sont essentiellement des questions de zoologie, de botanique, de géologie et de chimie? Et dans cette grande cité, l'une des reines du commerce universel, quel négociant nierait l'importance de la géographie, interprétée comme elle le sera devant vous par un de ses plus éminents adeptes?

La science est aussi indispensable au militaire qu'à l'industriel, au médecin, à l'agriculteur. Certes, je suis loin de nier la part qui reviendra toujours dans la guerre au courage, à l'inspiration. Mais il faut que l'inspiration soit éclairée par l'étude, il faut que le courage soit servi par des armes égales à celles de l'adversaire. — Ressuscitez par la pensée Renaud de Montauban ou le Roland des légendes; placez-les sur Bayard ou Frontin; couvrez-les de leurs armes enchantées et lancez-les contre un simple mécanicien monté sur sa locomotive. Vous savez tous quel serait le résultat du choc. Coursiers et paladins seraient broyés.

Cette image vous fait sentir ce que sera désormais la guerre. Comment combiner un plan de campagne sans le secours de la géographie? Comment arrêter celui d'une bataille sans tenir compte des accidents du terrain? Et quand l'ennemi double la portée de ses canons, quand il les transforme en instruments de précision, comment lutter, si l'on n'a que d'anciennes pièces à tir incertain? La science n'en est certainement pas à son dernier mot sur cet art fatal de tuer; et, je ne crains pas de le dire, dans les luttes futures, la victoire sera surtout aux bataillons les mieux armés par elle.

Mais pas plus que l'agriculteur ou l'industriel, l'officier ne peut posséder toutes les sciences dont le concours lui est nécessaire. Il ne saurait résoudre à lui seul tous les problèmes que lui pose son art. Il est essentiel qu'il sache les reconnaître et qu'il ne craigne pas d'en appeler aux hommes spéciaux, aux hommes de science pure, en leur indiquant l'application désirée. Presque toujours ils répondront, comme ils le firent

lorsqu'en moins d'un mois ils fournirent aux bataillons de notre première République la poudre qui manquait.

Telle est aussi la conduite que je voudrais voir tenir par nos législateurs, par nos administrateurs, par tous ceux qui ont en main nos destinées sociales et qui font les affaires de la nation. Eux aussi se trouvent à chaque instant en face de questions très scientifiques au fond. S'ils consultaient plus souvent les savants, ils économiseraient bien des ressources jusqu'ici gaspillées; ils utiliseraient bien des forces vives qui s'égarent et s'amortissent par leur faute. En parlant ainsi, je n'incrimine pas les intentions; mais j'accuse hautement l'absence de notions scientifiques. Seules elles permettent d'apercevoir, tantôt le mal à éviter, tantôt le bien à faire. Or, comment chercher à résoudre des problèmes dont on ne soupçonne même pas l'existence?

Dans la société civile, comme dans l'armée, il n'y a pas seulement des chefs, il y a aussi des soldats. Nous ne devons pas les oublier. A eux aussi un certain degré d'instruction scientifique serait toujours utile, parfois nécessaire. Le fantassin, le cavalier, l'artilleur vont recevoir des armes perfectionnées, manier des engins dont quelques-uns sont de véritables appareils de physique. Apprenons-leur comment et pourquoi ils ont été construits, quels principes généraux ont dirigé les inventeurs: ils s'en serviront beaucoup mieux; ils comprendront la nécessité des précautions à prendre pour les conserver en bon état, pour se garder des imprudences. Éclairons dans la même mesure nos laboureurs et nos ouvriers. Les premiers échapperont au joug de la routine, et ne se refuseront plus aux innovations consacrées par l'expérience. Les seconds ne seront plus seulement des machines animées; leurs mains, déjà si habiles, seront en outre intelligentes, et peut-être qu'une première lueur, éclairant chez quelqu'un d'eux les recoins obscurs de la pensée, fera du simple manœuvre un de ces ouvriers de génie dont les noms se prononcent avec respect. Oui, Messieurs, remuons, fouillons toutes les intelligences; à coup sûr, nous mettrons au jour des trésors qui seraient restés enfouis dans la gangue de l'ignorance.

Vous le voyez, Messieurs, votre 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; alors que le dernier des ouvriers saura quels principes règlent les procédés de la pratique. C'est vous dire combien notre œuvre est de longue haleine. Aucun de nous n'en verra sans doute la fin. Mais nous la léguerons à nos fils comme une part sacrée d'héritage. Soyez-en sûrs, Messieurs, par eux, sinon par nous, le but sera atteint. J'en ai pour garants les résultats acquis en Angleterre par notre sœur aînée, l'Association britannique. Grâce à elle, une partie de la population a été transformée. Les fils de ces chasseurs de renard, qui, pour se délasser de leurs rudes passe-temps, ne connaissaient que des joies également violentes et matérielles, sont aujourd'hui des botanistes, des géologues, des physiciens, des archéologues. C'est un banquier qui dirige l'Institut

d'anthropologie; c'est un brasseur qui préside la Société astronomique. En Angleterre, l'Association compte ses membres par milliers, et les villes se disputent l'honneur de la recevoir.

Mais ce n'est pas d'emblée que nos confrères d'outre-Manche en sont arrivés là. Il leur a fallu environ un demi-siècle de persévérance. Imitons-les; persévérons! et nous réussirons comme eux. Le passé, si récent encore, de l'Association française autorise ce langage. Votre Secrétaire général provisoire vous dira avec quelle rapidité a été obtenu le capital jugé nécessaire pour assurer ses premiers pas; il vous dira comment quelques-unes de nos plus grandes villes étaient prêtes à nous accueillir. Tous vous savez avec quel empressement Bordeaux nous a ouvert ses portes, combien est large et attentive son hospitalité. Au nom de l'Association, je remercie cordialement ces villes et surtout celle qui, après nous avoir appelés, s'inquiète de nos besoins de toute sorte, qui nous ouvre ses foyers domestiques et ses édifices publics, qui envoie au milieu de nous ses magistrats municipaux. Que ces représentants d'une grande cité veuillent bien recevoir l'expression de notre reconnaissance! Leurs sympathies actives sont plus qu'un encouragement : elles sont un premier succès et garantissent l'avenir.

Commençons donc nos travaux avec confiance, et ne comptons pas nos efforts; aucun ne sera inutile. Nous savons aujourd'hui que, dans le monde physique, il n'y a jamais perte de force, pas plus que de matière. Il en est ainsi et bien plus encore dans le monde moral. La volonté est aussi une force, mais une force qui grandit et se multiplie en transformant les âmes comme un ferment. Nous avons celle du bien: appliquons-la résolûment, et nous développerons les intelligences, nous relèverons les cœurs par la diffusion du savoir.

Messieurs, je déclare ouverte la première session de l'Association française. — A l'œuvre pour la science et la patrie! (Double salve d'applaudissements.)

M. FOURCAND,

Député à l'Assemblée nationale, Maire de Bordeaux.

MESSIEURS,

La science est une grande souveraine qui a pour domaine l'humanité. Nulle barrière ne l'arrête, nul horizon ne la circonscrit, — la nature entière est l'éternel et admirable objet de ses persévérantes investigations. Rien de stable ne peut être fondé sans elle, rien de grand ne peut être entrepris sans son indispensable concours. Ici, elle détermine ses lois par la contemplation des cieux; elle pèse les astres, dirige la foudre; là, elle les inscrit en traits de feu dans les entrailles de la terre; de ses

immenses laboratoires sortent incessamment ces applications nouvelles qui enrichissent l'agriculture, le commerce, l'industrie, les arts.

La science dompte les volontés les plus rebelles et ramène à ses lois inflexibles les plus obstinés de ses contempteurs. Elle est dans le passé le progrès, qui de la barbarie a créé la civilisation. Elle est en tout temps le rayon divin, qui a en soi toute espérance et toute vérité.

Messieurs les représentants de la science, soyez donc les bienvenus! Honneur à vous qui, sur tous les points du globe, promulguez les lumineux décrets d'une telle souveraine! — Bordeaux s'enorgueillit de vous saluer et de vous offrir les clés de sa cité reconnaissante!

La science est l'amie de la paix, et, par elle, la guerre devient impossible. Naguère, une autre Assemblée, plus puissante encore que la vôtre par son origine et son but, siégeait aussi dans nos murs; elle signait, sous la contrainte des événements, la paix que la force lui imposait! Que de tristesse et de douleurs accumulées à ce moment au cœur de chacun de nous! Que de tristes souvenirs consignés à ce moment dans notre histoire nationale!

La science préviendra le retour de telles calamités. En enseignant aux hommes les forces innombrables que recèle la nature, les mystères de ces combinaisons qui, à leur avénement successif, profitent à l'humanité et semblent lui donner, malgré son orgueil et ses excès, un rajeunissement éternel, en divulguant par l'exemple le prix de l'association et de la fraternité, la science proclame, devant la conscience universelle, la barbarie de la guerre et l'excellence de la paix. Inclinons-nous devant ses généreux arrêts!

Bordeaux, si empressé à vous accueillir, avait des droits, permettez-moi de le dire, à être choisi pour le théâtre de vos premières assises. Ce serait, en effet, une grande erreur que de croire les cités commerçantes et industrielles indifférentes à vos importants travaux; elles ne peuvent ignorer que de vos théories les plus abstraites, de vos formules algébriques les plus compliquées, découlent des procédés qui facilitent et fécondent le travail de la manufacture et de l'usine. Le commerce ne saurait oublier que c'est la science qui trace ces voies de communication dont il tire un si grand profit, que c'est elle qui guide le navigateur à travers les périls de l'Océan, que c'est elle qui l'a mis en relation instantanée avec les plus lointaines contrées et a accompli des prodiges de rapidité qui dépassent tout ce que l'imagination de nos pères aurait pu concevoir de plus merveilleux.

Notre grande cité commerciale, berceau et rempart du libre-échange, ne vous offre donc pas seulement, Messieurs, ses vastes quais, sa rade, ses chantiers de construction, ses docks inachevés et ses entrepôts rappelant ses relations avec le monde entier; elle vous offre en même temps une Académie justement renommée, des Sociétés savantes au sein desquelles votre Association recrutera de dignes collaborateurs, des Facultés de théologie, des sciences et des lettres, de droit, et bientôt, je l'espère, une Faculté de médecine, érigée sur les succès de son École

secondaire. — Elle vous offre, dans ce local même, une Société philomathique, dont le titre est justifié par une existence de plus de soixante années exclusivement consacrées à l'enseignement des classes laborieuses et au développement de l'industrie ; sous ses auspices, une population ouvrière, avide de s'instruire et justifiant, par sa discipline et son amour de l'ordre, la bonne renommée de notre population ; un barreau, enfin, qui a sa place marquée dans l'histoire de la grande éloquence et de la véritable grandeur.

Avec ce cortége de maîtres et de disciples, Bordeaux met à votre disposition une bibliothèque qui compte parmi les plus importantes, un cabinet d'histoire naturelle, une école de botanique, des galeries artistiques richement dotées, un musée préhistorique, en un mot, toutes ces opulences de l'esprit et du goût destinées à répandre la science, à élever la pensée et à charmer la vie. — Et dans le passé, pour ne parler que de cette branche si importante des connaissances humaines sur laquelle les travaux de votre illustre président ont jeté de si vives lumières, des noms, tels que celui de Magendie, qui introduisit dans l'étude de la physiologie cette méthode expérimentale, source de tant et de si belles découvertes, rayonnent avec éclat sur notre histoire locale et consacrent à jamais le respect dû à la science dans la patrie de Montaigne et de Montesquieu.

Messieurs, notre époque est celle où plus que jamais la science doit être respectée et enseignée, où l'instruction, à tous ses degrés, doit recevoir la plus large expansion. La France sait qu'elle ne peut maintenir et peut-être reconquérir, hélas! sa place dans le monde qu'avec des âmes fortes, de vaillants caractères et des âmes désintéressées. La science viendra en aide à la patrie dans cette entreprise de salut et de régénération, et votre Association, française par le nom et par le cœur, pourra s'enorgueillir, à juste titre, d'y avoir puissamment contribué.

En se montrant vis-à-vis de vous largement hospitalière, la ville de Bordeaux remplit donc un devoir patriotique et reste votre débitrice de tout l'honneur que vos travaux font rejaillir sur elle. (Applaudissements prolongés.)

Après le discours de M. Fourcand, M. le Président s'exprime ainsi :

« Avant de donner la parole à ceux de nos collègues qui ont à vous faire connaître les origines et l'état actuel de l'Association, je suis heureux d'avoir à vous montrer que ce n'est pas seulement en France que nous rencontrons des sympathies. L'étranger, lui aussi, applaudit à nos efforts, là du moins où des haines aveugles n'ont pas éteint les sentiments qui devraient unir les hommes d'intelligence et de cœur de tous pays. En voici un témoignage, que vous accueillerez tous avec joie et reconnaissance.

» Le gouvernement belge a fait frapper une médaille en l'honneur du Congrès d'anthropologie préhistorique, dont la session vient de se clore.

Dans sa dernière séance, sur la proposition de M. Édouard Dupont, son éminent secrétaire général, le Congrès a décidé que deux de ces médailles seraient envoyées au Congrès de Bordeaux, avec une adresse d'affectueuse confraternité.

» Voici les termes de cette adresse, qu'ont signée l'illustre et vénérable président du Congrès belge, M. d'Omalius d'Halloy, ainsi que les présidents honoraires et les vice-présidents qui représentaient, au bureau, presque toutes les nationalités de l'Europe :

« Monsieur le Président,

» Le Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques, réuni à Bruxelles, a reçu les programmes de l'Association » française, et applaudi à la pensée qui les a dictés. En témoignage de » sa sympathie, il a décidé qu'une de ses médailles commémoratives vous » serait envoyée. Nous sommes heureux de vous l'offrir.

» Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'assurance de notre haute » considération.

» *Ont signé :* D'Omalius, *Président;* Worsaæ, Desor, Capellini,
» *Présidents honoraires;* Sven Nilsson, G.-M.
» Conestabile, Augustus W. Franks, Virchow,
» Japetus Steenstrup, A. de Quatrefages,
» *Vice-Présidents;* E. Dupont, *Secrétaire général.*»

M. le Président dépose sur le bureau les deux médailles du Congrès de Bruxelles, aux applaudissements répétés de l'Assemblée.

M. A. CORNU,

Professeur à l'École polytechnique,

Secrétaire général de l'Association.

Histoire de l'Association française.

Messieurs,

D'après nos Statuts, le Secrétaire général aura, chaque année, à vous rendre compte des travaux entrepris et des résultats scientifiques obtenus sous le patronage de l'Association. Cette année, notre tâche se borne à vous exposer en quelques mots les phases successives du développement de l'Association française et l'esprit qui a présidé à son organisation.

La première idée de l'*Association française pour l'avancement des sciences,* née dans un groupe de Français d'Alsace, réunis autour de M. Combes, directeur de l'École des mines de Paris, a été inspirée par le désir patriotique de contribuer au relèvement moral du pays abattu, meurtri par tant de secousses. C'est dans ces causeries intimes que le

premier projet de statuts a été élaboré ; c'est à la suite de ces réunions que le premier appel a été jeté, non seulement aux grands noms de la science française, mais à tous les hommes d'intelligence et d'énergie qui ont à cœur de revoir la France grande et respectée. Cet appel fut entendu. Nous nous souviendrons toujours de l'émotion avec laquelle M. Combes, acclamé Président du Comité provisoire, nous annonça le succès de ses premières démarches. Son caractère simple et modeste, sa grande autorité en matière de science et d'industrie lui avaient acquis toutes les sympathies ; non seulement beaucoup de ses savants collègues de l'Académie, mais encore de puissants industriels, des Conseils d'administration de grandes Compagnies de mines et de chemins de fer promettaient un généreux concours.

Quelques jours après, une mort soudaine frappait notre vénéré Président. Sa mort jeta le découragement dans nos rangs, et peu s'en fallut que l'on abandonnât un projet si plein d'espérances.

Le dévouement généreux d'un de nos membres les plus chers, M. d'Eichthal, vint relever la fortune chancelante de notre œuvre ; il mit au service de l'Association naissante sa haute influence et toute l'ardeur qu'on lui connaît de longue date, à propager ce qu'il croit bon et utile. Il réunit, chez lui, tous les membres promoteurs qui ne désespéraient pas de l'avenir, et, le 17 janvier 1872, un Conseil provisoire, composé de MM. Claude Bernard, président; Broca, Delaunay, de Quatrefages, Würtz ; Cornu, secrétaire, et Masson, trésorier, était élu, et se mettait résolûment au travail pour continuer l'œuvre de notre illustre et regretté Président.

Une cruelle maladie retient loin de nous M. d'Eichthal et le soustrait aux témoignages de reconnaissance qui l'accueilleraient ici de toutes parts. Puisse l'expression de notre gratitude et de nos regrets adoucir les maux qu'il souffre encore et hâter l'instant où nous le reverrons parmi nous !

A dater de ce moment, une phase nouvelle et heureuse commence pour notre Association : les membres promoteurs, dont l'autorité était pour l'Œuvre la garantie d'une sincérité inattaquable, travaillent avec zèle à recueillir des adhésions.

Par une sage disposition introduite dans le projet de statuts élaboré sous la présidence de M. Combes, on s'était ménagé une véritable mesure du degré de sympathie qu'inspirait le projet, et, pour ainsi dire, une mesure de la vitalité de l'Œuvre, en s'imposant de ne considérer l'Association comme constituée que le jour où l'on aurait réuni un capital de cent mille francs ; c'était la somme jugée strictement nécessaire pour commencer un fonctionnement utile.

Le Conseil eut bientôt la satisfaction d'annoncer que deux cents parts de fondateurs étaient souscrites, que le chiffre désigné était atteint, et que, dès lors, l'Association pouvait être considérée comme viable.

Ce résultat, obtenu très promptement, sans le secours d'aucune publicité, par cette seule force d'attraction qu'exercent inévitablement les

œuvres sincères patronnées par des hommes de bonne foi, rassura vivement sur l'avenir de l'Association. Elle se constitua, en effet, le 22 avril. Le projet de statuts, complété et refondu par le Conseil, fut adopté par l'Assemblée des membres fondateurs, réunis sous la présidence de M. Claude Bernard. L'*Association française pour l'avancement des sciences* existait donc de nom et de fait, munie des ressources permettant de subvenir à ses premiers travaux. Il ne restait plus qu'à choisir la ville où devait se tenir la première session.

Le Conseil, dont l'Assemblée générale avait confirmé les pouvoirs, avait pensé qu'il était bon de choisi la ville de Lyon comme lieu de réunion du premier Congrès, une nouvelle difficulté faillit encore arrêter les progrès de notre œuvre : les négociations, engagées avec la municipalité lyonnaise, furent retardées par la maladie, et finalement rompues par la mort du docteur Hénon, maire de Lyon, au moment même de la constitution de l'Association française.

Heureusement, quelques personnes influentes de la ville de Bordeaux, jalouses de tout ce qui peut contribuer au renom de leur belle et intelligente cité, saisirent cette occasion d'attirer à elles les grandes assises scientifiques que préparait l'Association; des négociations furent entamées, et quelques jours après, le Conseil recevait de M. Marius Faget, dont le dévouement à tout ce qui intéresse le développement de l'instruction à Bordeaux est si complet et si éclairé, une lettre que l'Association considère comme un de ses premiers titres de noblesse, dans laquelle il promettait, au nom du Conseil municipal, l'accueil le plus cordial et la plus large hospitalité.

Vous avez déjà pu juger par vous-mêmes, Messieurs, si la ville de Bordeaux a tenu sa promesse. Ce magnifique bâtiment de la Société philomathique qu'elle inaugure aujourd'hui en le consacrant à nos travaux, l'admirable salle des Concerts du Grand-Théâtre qu'elle nous donne comme lieu de réunion, l'hospitalité offerte généreusement aux savants de la France et de l'étranger dont la présence honore notre Congrès, tout vous indique assez quel prix la ville de Bordeaux attache au progrès intellectuel et au développement scientifique.

Le Conseil de l'Association est heureux de témoigner publiquement à M. le Maire, que nous remercions de son accueil cordial et de ses souhaits de bienvenue, l'expression de notre gratitude. Nous ne sommes ici que l'écho de notre Président, mais il a semblé nécessaire que ces sentiments fussent reproduits dans notre rapport officiel, qui en perpétuera le souvenir.

Ce n'est pas seulement à la municipalité que nous devons payer un tribut de reconnaissance, c'est aussi aux habitants de Bordeaux : le Conseil est fier de compter aujourd'hui parmi eux près de 250 membres, dont 15 membres fondateurs.

C'est à l'influence du Comité local d'organisation, présidé par M. de Lacolonge et M. Marius Faget, que l'Association française doit un si touchant témoignage de sympathie. Nous devons adresser d'une manière

toute spéciale des remercîments au secrétaire du Comité local, M. le docteur Azam, qui s'est dévoué entièrement à la réussite du Congrès ; nous ne pouvons douter que son zèle intelligent n'ait contribué, pour une part considérable, à assurer le succès de la session qui s'ouvre aujourd'hui.

Les marques de sympathie nous sont arrivées de tous côtés : dans la plupart des grandes villes, nous comptons des membres dévoués, dont le zèle nous amène chaque jour de nouvelles adhésions. Les Sociétés savantes se sont fait en grand nombre représenter au Congrès; plusieurs d'entre elles ont même désiré s'affilier à l'Association française et ont été accueillies comme membres perpétuels; le Conseil est heureux de citer la Société académique de la Loire-Inférieure, présidée par M. Laënnec, comme ayant eu la première pensée de cette union.

Il n'est pas jusqu'à des corps constitués, dont les occupations sont pourtant bien loin des spéculations de la science pure, qui n'aient tenu à honorer l'Association de leur appui. La Chambre de commerce de Bordeaux a souscrit une part de membre fondateur, et la Chambre des avoués s'est fait inscrire parmi les membres perpétuels.

L'Association fondée, il y a plusieurs années, par l'éminent M. Leverrier, dont le but est de même nature que le nôtre, mais avec une organisation tout à fait différente, a bien voulu aussi nous donner des marques d'estime et de confiance. L'avenir verra, nous n'en doutons pas, se confondre les efforts de tous ceux qui travaillent d'une manière désintéressée au progrès de la science. En attendant une union plus intime, nous avons été assez heureux pour établir, dès à présent, les relations les plus cordiales entre les deux Associations, en offrant aux membres de l'Association scientifique la participation complète et gratuite aux travaux du Congrès; le privilége réciproque a été accordé aux membres de l'Association française, en sorte que l'union est aussi complète que la diversité de l'organisation le permet aujourd'hui.

A l'étranger, des témoignages d'estime et des souhaits de réussite ont été exprimés dans plusieurs occasions; en Angleterre, par exemple, plusieurs revues scientifiques ont rendu compte de nos statuts et annoncé notre Congrès; l'Association britannique, que nous avons prise comme modèle, suit avec intérêt le développement de l'Association française, et bientôt, nous l'espérons, pourra l'appeler sa sœur cadette.

Le Congrès préhistorique réuni à Bruxelles, comme vient de nous le faire savoir notre illustre Président, nous a fait parvenir, avec quelques paroles sympathiques, une médaille que nous conserverons pieusement dans nos archives. Ce sont là des titres qui nous obligent, et nous espérons ne pas faillir aux devoirs qu'ils nous imposent.

Nous avons aussi à vous rendre compte des invitations adressées aux savants illustres des différentes contrées de l'Europe. La plupart ont répondu de la manière la plus gracieuse à l'invitation du Conseil; un grand nombre auraient certainement honoré le Congrès de leur présence, si l'époque de l'année n'avait pas été aussi avancée et si des engagements antérieurs ne les avaient retenus.

Toutefois, nous avons la satisfaction d'annoncer que plus de vingt d'entre eux nous ont promis de venir au Congrès. Plusieurs ont voulu assister à la séance d'ouverture, et nous tenons à adresser tous nos remercîments à MM. Catalan, de Belgique; Stas, de Belgique; Gladstone, d'Angleterre; Soret, de Suisse; Respighi, d'Italie; Rubio, d'Espagne; Tubino, d'Espagne; da Silva, de Portugal; von Baumhauer, de Hollande.

Ainsi, presque toutes les nations parmi lesquelles le Conseil a adressé des invitations, l'Angleterre, la Hollande, la Belgique, la Suède, l'Italie, l'Espagne, le Portugal, la Suisse, la Hongrie, seront représentées à notre Congrès de Bordeaux.

Nous aurions voulu, par esprit de conciliation et d'apaisement, comprendre dans notre cordial appel des noms jadis vénérés appartenant à un pays dont nous croyions avoir mérité la sympathie, en retour du respect que la science française leur avait courtoisement témoigné en toute occasion; nous n'en avons pas eu le courage.

Parmi les déceptions que les tristes événements nous ont apportées, l'une des plus amères pour les savants français a été de voir que, de toutes les excitations proférées contre la France, les plus haineuses et les plus acharnées ont été froidement élaborées par des professeurs des universités allemandes. Nous n'avons pas à qualifier cette manière de comprendre la solidarité des nations dans les régions sereines de la science; en nous abstenant d'inviter les savants d'Allemagne, nous n'avons obéi à aucun sentiment de haine ou d'amour-propre blessé; nous avons simplement pensé que, dans cet état des esprits, notre œuvre nationale n'avait aucun appui à espérer de la science allemande, qui n'a pas même daigné rester indifférente quand il était de son honneur d'être au moins impartiale.

Ainsi, le Congrès de Bordeaux s'ouvre sous les plus favorables auspices; pourquoi faut-il que, au milieu de toutes ces joies, nous ayons à enregistrer un deuil cruel, la mort tragique de M. Delaunay? Élu, dès l'origine, membre du Conseil provisoire, il déployait, à propager l'Association, une activité que l'autorité de son grand nom scientifique et l'élévation de son caractère rendaient plus efficace encore. Il se réjouissait de prendre part au Congrès, à Bordeaux, où il comptait bien des amis, depuis ses anciens camarades de l'Ecole polytechnique jusqu'à ses plus jeunes élèves. Il avait promis de faire, devant l'Association, une conférence sur l'un des plus beaux sujets de l'astronomie moderne : la constitution du soleil. Nous n'entendrons plus, hélas! la voix sympathique de ce professeur merveilleux, qui savait exposer, avec une clarté proverbiale parmi ses élèves, les parties les plus ardues de la science et les mettre à la portée de tous.

Nul ne peut, parmi nous, remplacer le grand astronome et l'éloquent professeur; mais le Conseil a désiré que, quelque indigne que fût celui qui tiendra sa place, le sujet que M. Delaunay avait choisi fût traité devant vous comme un pieux hommage rendu à sa mémoire.

Un mot encore, pour terminer ce rapport, trop long peut-être pour

votre bienveillante attention, mais trop court pour exprimer dignement les sentiments qui nous animent. Dès demain, les travaux vont commencer : le Conseil de l'Association tient à rappeler que son but ne consiste pas seulement à vulgariser les résultats les plus utiles ou les plus intéressants de la science, mais encore à encourager les jeunes travailleurs, les chercheurs qui luttent contre les difficultés de toute sorte, bien connues, hélas! de leurs devanciers; elle a à cœur de les aider et de les soutenir. Mais pour que cette aide soit efficace, il faut que l'Association dispose de moyens d'action en rapport avec la grandeur du but qu'elle se propose. Nous ne doutons pas, en présence de la sympathie universelle, que l'Association française atteigne un haut degré de prospérité.

Rappelons que l'Association britannique comptait 370 membres seulement à son premier Congrès, en 1831; qu'aujourd'hui, le nombre de ses adhérents s'élève à plusieurs milliers, et que ses revenus lui permettent de consacrer annuellement plus de 50,000 francs au progrès de la science. Nos débuts sont semblables; puisse notre prospérité égaler la sienne! Nous voulons n'en pas douter, en pensant que le mouvement, si bien commencé à Bordeaux, se généralisera, et que nous conserverons, dans cette grande cité, des amis sur le concours desquels nous comptons et que nous serons heureux de retrouver, lorsque les circonstances ramèneront le Congrès dans la ville qui aura été son berceau.

M. Georges MASSON,

Trésorier.

Situation financière de l'Association.

MESSIEURS,

Le compte-rendu de la gestion financière de votre Conseil provisoire, depuis la constitution de l'Association jusqu'à ce jour, se confond en quelque sorte avec l'histoire même de sa fondation.

Le rôle de votre Trésorier a consisté surtout à encaisser les souscriptions qui avaient permis de constituer la Société, et à en employer le produit de façon à en former ce que nous pouvons vraiment appeler le patrimoine de la science.

Au 31 août dernier, le nombre des parts de fondation s'élevait à 262, qui produiront, après encaissement total, 131,000 francs répartis entre 201 fondateurs.

Trente membres annuels avaient, selon la faculté qu'en donnent les Statuts, racheté leur cotisation par un versement de 200 francs une fois donnés; soit 6,000 francs.

Votre capital était donc, dès cette date, de 137,000 francs.

Il est aujourd'hui, par suite de souscriptions nouvelles, de près de 140,000 francs.

Sur cette somme, il á été effectivement versé par 165 fondateurs	108,000	»
Par 24 membres à vie	4,800	»
Par 2 donateurs	230	»
Soit une recette totale de	113,030	»
Votre Conseil a fait acheter 4,668 francs de rente 5 % (emprunt 1871) pour	79,791	20
Notre souscription dans l'emprunt de 3 milliards nous a donné à la répartition 1,180 francs de rente, qui ont été escomptés par	19,120	72
Il reste en caisse	14,118	08
Total égal	113,030	»

A la même époque, 467 souscripteurs annuels s'étaient fait inscrire, assurant à notre œuvre, de ce fait, un revenu de 9,340 francs.

Sur ces 467 souscriptions, 274 étaient réalisées au 31 août, ayant produit	5,480	»
Nous avons, d'autre part, reçu pour coupons d'une partie de nos rentes	494	50
Soit une recette totale en revenus de	5,974	50
Nous avions dépensé, à la même date, pour frais de bureau et d'appointements	1,405	95
Pour impression et distribution de prospectus et documents relatifs à notre constitution	2,290	17
Pour dépenses relatives à la préparation de la session	938	70
Total	4,634	82
Il reste en caisse	1,339	68
Total égal	5,974	50

En résumé, après trois mois à peine d'existence financière, avant l'ouverture de sa première séance publique, votre Association comptait 700 membres à titres divers, elle possédait près de 140,000 francs de capital, et pouvait disposer d'un revenu annuel de plus de 16,000 francs.

Votre Conseil croirait manquer à la reconnaissance qu'il doit, à tant de titres, à la ville de Bordeaux et au Comité local, s'il n'ajoutait que, dans ces résultats, cette ville seule figure pour 15 parts de fondateurs, 12 souscriptions à vie, et plus de 220 souscripteurs annuels.

Les chiffres dont je viens d'avoir l'honneur de vous présenter le résumé, témoignent de la sympathie que l'Association, dès ses débuts, a rencontrée de toute part. Ils suffisent à assurer, dès maintenant, l'équilibre du budget de l'Association.

Ils s'augmenteront rapidement par votre actif concours, par l'éclat de

cette session et la notoriété qu'elle assure à la Société, et ils répondront chaque jour davantage à l'importance et aux besoins d'une œuvre telle que celle que nous inaugurons aujourd'hui.

SÉANCE GÉNÉRALE

du 6 Septembre 1872.

Présidence de M. STAS.

M. de Quatrefages, Président du Congrès, prie M. Stas, Directeur de la Monnaie de Bruxelles, d'accepter la présidence de cette séance générale.

Dans cette séance, MM. le Dr Guérin, Laussedat, l'abbé Durand, Janssen et Respighi ont pris successivement la parole et ont présenté les communications suivantes :

M. Alphonse GUÉRIN,

Chirurgien de l'Hôtel-Dieu de Paris.

De la Communauté de la circulation.

Je doute qu'il y ait, dans le domaine de la chirurgie, une opération qui ait eu, au même degré que la transfusion, le privilége de passionner l'opinion publique.

Si, par la pensée, nous nous reportons à deux siècles en arrière, nous verrons le Châtelet intervenir pour défendre, par un arrêt, d'opérer la transfusion du sang, sous peine de prison. Dieu merci, la chirurgie a ses coudées plus franches au temps où nous sommes, et malgré les récriminations que j'entends souvent formuler contre le régime sous lequel nous vivons, pour mille raisons je m'applaudis de ne pas avoir vécu au temps où le Châtelet se croyait le droit de dire aux médecins : vous ne donnerez pas tel remède; aux chirurgiens : vous ne ferez pas telle opération.

Ne croyez pas pourtant que je vienne défendre ici l'opération condamnée par le Châtelet. Au risque de déplaire à quelques-uns de mes auditeurs, je dirai tout de suite, pour que l'on sache à quoi s'en tenir, que je viens combattre la transfusion telle qu'elle a été opérée jusqu'ici. Si des esprits hardis l'ont tentée, c'est qu'ils n'avaient rien

de mieux. Or, je crois avoir trouvé une méthode infiniment préférable. Je l'appelle la *communauté du sang*.

Depuis plus de deux siècles que l'on a tenté, à des époques diverses, de faire entrer la transfusion dans la pratique ordinaire de la chirurgie, les procédés ont peu varié : une veine d'une personne bien portante ayant été ouverte, on recueille le sang, on le maintient à une température convenable; puis, ouvrant la veine d'un sujet exsangue, on injecte dans celle-ci, de la périphérie du corps vers le cœur, la quantité de sang que l'on croit propre à ranimer la vie qui était sur le point de s'éteindre.

Quand on lit les travaux qui ont été publiés sur ce sujet, on s'étonne moins des accidents observés que des résultats satisfaisants obtenus. Il est incontestable que si la transfusion a été fatale à un certain nombre d'individus, il n'est pas moins vrai que, dans un bon nombre de cas, elle a paru ramener à l'existence des gens qui paraissaient presque à l'agonie.

Malgré cela, c'est une méthode abandonnée. De temps en temps on y revient; mais, sur ce terrain-là, les opérateurs se trouvent mal à l'aise. L'opération ne satisfait pas l'esprit, et puis l'injection d'un caillot, les thromboses, les embolies, tout cela est devenu plus effrayant qué jamais!

Si nous nous rappelons en quoi consiste la transfusion, pouvons-nous être rassurés? On injecte vers le cœur quoi? Du sang noir, c'est-à-dire du sang chargé de principes excrémentitiels, contenant une proportion considérable d'acide carbonique, dont on connaît les qualités malfaisantes pour l'organisme. C'est ce sang qui est destiné à ranimer à la vie!

Mais quand la vie s'éteint, le sang se coagule facilement, et l'on a vu des caillots se produire pendant la transfusion et donner lieu à des accidents mortels. A cause de cela, les transfuseurs ont vite compris qu'avec du sang contenant de la fibrine, l'opération devenait extrêmement dangereuse, et ils ont injecté du sang défibriné. Mais ce liquide qui ne contient plus de fibrine, s'il peut, par ses globules, ranimer les contractions du cœur, est-il donc encore apte à entretenir les fonctions de nos organes? Je suis fort tenté d'en douter. Ce ne sont point, en effet, les globules sanguins qui sortent des vaisseaux pour le grand acte intime de nos tissus, qui constitue la nutrition. C'est le plasma qui contient la fibrine dissoute, c'est la partie liquide du sang qui est destinée à opérer l'acte vital par lequel des éléments nouveaux viennent prendre part à la composition et à la décomposition incessantes qui régénèrent notre organisme.

Aussi, par la transfusion du sang défibriné, on donne au sujet que

l'on veut ranimer une partie seulement du principe qui entretient la vie.

Le sang défibriné me semble avoir encore moins d'inconvénients que le sang chargé d'acide carbonique et autres produits excrémentitiels. Je sais bien qu'il ressemble au sang noir qui vient des capillaires veineux au cœur; mais, dans la circulation normale, la quantité est proportionnée à l'activité de la respiration et subordonnée aux forces du sujet. Dans la transfusion, on ajoute à la quantité de sang qui remplit les veines 120 ou 200 grammes d'un sang analogue, mais à coup sûr de qualité inférieure, et quand le cœur reçoit cette ondée sanguine, il se met à l'œuvre pour s'en débarrasser et l'envoyer aux poumons: Mais les poumons d'un mourant sont-ils bien préparés à ce surcroît de travail ?

Il est impossible de méconnaître, dans cette opération, des conditions différentes de celles de la circulation normale.

Je viens de dire que l'on injecte 120 ou 200 grammes de sang veineux. Mais cette quantité a beaucoup varié. Ainsi, je vois dans un relevé que M. de Belino a consigné dans sa brochure sur la transfusion du sang, que si dans soixante-dix-neuf observations, la moyenne du sang transfusé le plus ordinairement a été de 120 grammes, la quantité a pourtant varié de 30 à 720 grammes.

Figurez-vous une livre ou une livre et demie de sang injecté vers le cœur, et vous comprendrez ce qu'il faut encore de force dans les ventricules et de vie dans les poumons pour faire circuler cette masse et pour la transformer en sang artériel.

Cette transfusion s'opère lentement, à la vérité, mais enfin plusieurs centaines de grammes de sang arrivent en quelques minutes au cœur, et de là ils doivent traverser les poumons pour devenir sang artériel. C'est une masse énorme de sang qui n'appartient point encore à l'organisme, qui va tout d'un coup s'ajouter au courant sanguin.

On cherche, à la vérité, à imiter le mécanisme de la circulation, en poussant doucement une injection qui, autrement, pourrait dilater les vaisseaux et arrêter même la circulation cardiaque; mais tout cela ne se fait qu'à peu près, avec un liquide qui peut déterminer la contraction du cœur et circuler, mais qui est bien différent du sang artériel, le seul sang qui porte à nos organes les éléments de la nutrition.

On ne comprend pas comment on n'a pas, jusqu'ici, tenté d'injecter le sang des artères. Dans les premiers temps de la transfusion, on plaçait bien, dans l'artère d'un animal, le bout d'un tube dont l'autre extrémité entrait dans une veine du sujet auquel on voulait donner

du sang; mais une pareille opération est moins rationnelle encore que l'injection du sang veineux dans une veine.

Depuis cette époque, on s'est toujours servi du sang veineux. En recherchant si quelqu'un n'avait pas eu, avant moi, l'idée d'unir deux animaux par des tubes élastiques introduits dans leurs artères, j'ai vu qu'en 1858, M. Brown-Sequard avait imaginé de se servir d'un tube ayant la forme d'un T, dont la branche transversale était introduite dans l'artère carotide d'un animal, tandis que la branche verticale, un peu courbe, recevait le sang qui était destiné à ranimer, tout à la fois, le cerveau et le cœur. M. Brown-Sequard était influencé par une idée qui l'a empêché de voir le vice de son expérience. A la vérité, le sang poussé dans la branche descendante du tube pouvait passer dans les artères cardiaques et ranimer les mouvements du cœur, mais il y avait bien plus de chance pour qu'il les paralysât, en entrant en collision avec le sang expulsé par le ventricule gauche. Aussi n'est-il pas étonnant que la mort ait été la conséquence de cette tentative, qui n'était pas de nature à faire abandonner les errements suivis par les transfuseurs.

Au lieu d'injecter, avec un instrument quelconque, du sang veineux dans une veine, il faut unir, à l'aide de tubes, les artères de deux êtres, de manière à ce que le sang de l'un passe dans l'artère de l'autre et réciproquement.

Ce qu'il faut surtout, c'est faire en sorte que le sang passe de l'artère d'un animal vigoureux dans celle d'un animal faible, anémique ou malade.

Si mes expériences ne m'ont pas trompé, c'est une opération facile et absolument sans danger. Il faut observer quelques précautions sur lesquelles j'attirerai votre attention dans un instant. Je dirai d'abord comment j'opère : je mets à nu l'artère fémorale chez deux chiens. Nous supposerons, pour la facilité de la description, que l'un est blanc et l'autre noir.

Si je coupe cette artère en travers, j'ai un bout périphérique et un bout cardiaque. Dans le bout cardiaque du chien blanc, j'introduis l'extrémité d'un tube en caoutchouc, muni d'un ajutage, et, aussitôt après, je mets l'autre bout de ce tube dans le bout périphérique du chien noir. Le cœur du chien blanc pousse, avec la vigueur accoutumée, dans l'artère ouverte le sang qui, traversant le tube, se répand dans les capillaires du chien noir et y fonctionne comme il eût fait dans les capillaires auxquels il était destiné. C'est une espèce de *générateur* donnant non de la vapeur, mais du sang.

Si l'opération se bornait là, l'animal qui donne le sang serait promptement exsangue; il mourrait d'inanition. Mais je fais, en

sens inverse, dans un second temps, ce que je viens de faire dans le premier. Un second tube est placé de manière à ce que le chien noir donne au chien blanc le sang que son cœur pousse dans l'artère ouverte.

J'obtiens ainsi une véritable communauté de circulation entre les deux animaux qui font le sujet de l'expérience.

Si j'en veux favoriser un, je comprime son artère au-dessus du point où elle a été ouverte. Il reçoit alors du sang sans en donner. Mais je crois cela inutile. L'animal faible ayant des contractions du cœur moins vigoureuses que l'animal fort, recevra plus qu'il ne donnera.

Ne prenez pas cela seulement pour une vue de l'esprit. J'ai fait des expériences sur des animaux, et dès à présent je suis autorisé à dire que les résultats sont conformes à la théorie.

Aidé de M. Térillon, un de mes internes, qui sera un jour l'honneur de notre corporation, j'ai découvert, par une large incision, l'artère crurale sur deux chiens.

Pour nous opposer à la coagulation du sang, nous avons comprimé le vaisseau à l'aide de pinces à lymphatiques, en deux points distants l'un de l'autre de 3 à 4 centimètres. Dans l'espace limité par les deux pinces, nous avions une artère vide. Nous avons pu y placer deux petites canules : l'une dirigée vers le cœur, l'autre vers la périphérie du corps. Ces canules ayant été fixées à l'aide d'un lien, nous avons fait la même opération sur l'autre chien, et quand tout a été ainsi préparé, nous avons ajusté les tubes aux canules, ayant soin de placer d'abord le bout cardiaque. Le tube étant placé dans la canule supérieure, nous enlevâmes la pince qui s'opposait au passage du sang, en aplatissant l'artère, et aussitôt le sang jaillit avec force. Nous enlevâmes la pince du bout périphérique de l'autre animal, et dès que le sang parut dans la canule, nous adaptâmes notre tube avec solidité, de manière à ce que le sang passât d'un animal à l'autre. La même opération ayant été faite en sens inverse, nous assistâmes à un spectacle vraiment curieux.

L'impulsion communiquée aux artères soulevait les tubes en caoutchou, par l'intermédiaire desquels la communauté de la circulation était établie, et les deux chiens vivaient du même sang.

Dans une de nos expériences, un des chiens retira, par un mouvement brusque, le tube qui lui apportait le sang destiné à contrebalancer la perte résultant de celui qu'il donnait. L'hémorrhagie fut peu abondante; nous l'arrêtâmes promptement par la ligature de l'artère. Mais comme, pendant cette opération, son cœur continuait à lancer dans l'artère de l'autre chien une abondante quantité de sang, le

pauvre animal se refroidit comme un cholérique. Nous le crûmes expirant. Aussitôt nous retirâmes le second tube et nous fîmes la ligature des artères qui pouvaient donner lieu à une hémorrhagie.

L'animal qui avait reçu plus de sang qu'il n'en avait donné, était haletant; il paraissait gêné par la chaleur, comme le sont ordinairement les hommes pléthoriques. Il était manifestement devenu pléthorique. L'autre restait froid; mais bientôt la respiration s'étant rétablie, il parvint, au bout d'un certain temps, à se relever, comme l'eût fait un homme convalescent d'une longue maladie.

Ces deux animaux, qui ont été revus plusieurs fois depuis l'opération, sont bien portants, et en les voyant on ne devinerait pas qu'ils ont été le sujet de l'expérience que je viens de décrire.

Dans cette opération, on n'a rien à craindre, pour la vie du sujet, de l'injection d'un caillot. Si, par maladresse ou par défaut de précautions, on laissait du sang se coaguler, qu'arriverait-il? Très probablement le passage du sang d'une artère dans celle de l'autre animal deviendrait impossible, et le seul accident serait l'inutilité de l'opération. Mais supposons qu'un caillot se fasse dans la canule du bout périphérique : le sang l'entraînera vers les capillaires qu'il ne pourra pas franchir. Il se produira une thrombose qui n'aura qu'une influence locale et qui sera absolument sans effet sur l'organisme, bien différente, en cela, de celle qui résulterait d'un caillot injecté vers le cœur par l'intermédiaire d'une veine.

Jusqu'ici, la théorie et l'expérience s'accordent pour faire de la *communauté de la circulation* une opération sans danger.

Tandis que la transfusion n'opérait qu'avec une quantité limitée de sang et pendant un temps nécessairement fort court, je suis autorisé à penser qu'en opérant sur l'espèce humaine, je pourrai maintenir la communauté de la circulation pendant plusieurs jours. Les opérés se résigneront facilement au repos, sans lequel les tubes ne peuvent pas être maintenus. Ils surveilleront eux-mêmes les suites de l'opération.

S'il en est ainsi, si la circulation peut devenir commune entre deux individus, non plus pendant des minutes, mais pendant des jours entiers, tout le sang de l'un passera plusieurs fois dans les vaisseaux de l'autre et *vice versa*.

Qui peut dire alors l'avenir réservé à cette méthode? Des horizons nouveaux, des horizons incommensurables s'ouvriraient pour la médecine.

Je poursuis ces expériences. Si ma santé, chancelante depuis les fatigues du siége, me l'avait permis, je vous aurais apporté plus que des espérances.

Dans quelques jours je me remettrai à l'œuvre, et bientôt, j'espère, je pourrai dire ce que la thérapeutique peut attendre de l'opération dont je viens de vous entretenir.

M. LAUSSEDAT,

Lieutenant-colonel du génie, Professeur au Conservatoire des arts et métiers de Paris.

Les services que la science moderne peut rendre à l'art de la guerre.

On a beaucoup répété, depuis les événements de la dernière guerre, que l'Allemagne avait triomphé de la France par le nombre, par la discipline et par la science.

L'inégalité du nombre peut être compensée, dans l'avenir, par de bonnes lois et par une sage administration des ressources publiques, si grandes dans ce pays de production, que quelques-uns supposent que son étonnante richesse a été et pourrait être encore offerte en appât aux convoitises de l'ennemi, et que d'autres, allant plus loin, se prennent à craindre que le bien-être de sa population ne contribue à l'affaiblissement de son antique énergie, de ses vertus militaires, sans lesquelles, ne l'oublions plus, il ne saurait y avoir de vertus civiques. C'est aux économistes, aux moralistes et aux hommes d'État à nous éclairer et à nous garantir de ce côté.

La discipline était-elle aussi grande dans l'armée allemande et aussi compromise dans l'armée française qu'on s'est hâté de le proclamer? J'ai de la peine à le croire, sans prétendre nier toutefois ce que tout le monde a malheureusement vu.

Il y avait, cela est certain, depuis longtemps, dans notre armée, des causes d'affaiblissement et de démoralisation; elles avaient même été signalées, avec une loyauté peut-être intempestive, dans un livre célèbre que tout le monde a lu en France et malheureusement aussi en Allemagne.

Je ne dois ni ne veux analyser ces causes, dans la crainte de me laisser entraîner sur le terrain de la politique, à laquelle notre association est par bonheur entièrement étrangère; mais j'estime que la discipline n'était pas aussi gravement entamée qu'on s'est plu à le dire dans des corps qui ont eu tant à souffrir, et dont l'ennemi a lui-même admiré cent fois l'intrépidité et le dévouement.

Ce que personne ne conteste (et qui explique tout, parce qu'on l'a

observé dans tous les temps et dans tous les pays), c'est que si le succès donne aux armées une grande cohésion en même temps qu'une grande confiance dans ses chefs, les échecs réitérés, la désorganisation qui les suit, les désastres enfin, détruisent cette confiance si nécessaire et livrent les troupes les plus braves, les plus disposées à l'obéissance, à une anxiété, à un découragement qui se transforment trop souvent en insubordination.

Et pourtant, quand nous nous rappelons les cruels événements dont nos frontières, Paris et le centre de la France ont été tour à tour le théâtre, ne devons-nous pas nous estimer heureux, en voyant avec quelle rapidité notre armée a pu se réorganiser!

C'est que, sans exagération, sans faux amour-propre national (nous avons payé trop cher, hélas! notre confiance en nous-mêmes, pour qu'il nous soit permis d'entretenir des illusions dangereuses), c'est que les qualités natives de nos soldats, leur belle humeur, leur entrain, leur bonne volonté, leur bravoure incontestée, sont demeurées intactes, après tant de cruelles épreuves subies, par le plus grand nombre, avec une héroïque résignation, avec un patriotisme que nous ne saurions assez hautement reconnaître et honorer, et c'est presque un blasphème que de douter que la discipline ne soit facile à établir et à entretenir avec de pareils éléments.

Il ne s'agit que de ne point les laisser se corrompre ou se pervertir; c'est ce qui ne sera jamais à craindre avec des officiers laborieux et appliqués à leurs devoirs; ne nous lassons donc pas d'encourager les jeunes officiers au travail et de leur répéter sur tous les tons que, quand on a l'honneur de commander, il ne faut jamais oublier que le soldat se modèle sur son chef. Ceci bien compris, ne craignons plus que le manque de discipline soit désormais une cause d'infériorité pour notre armée.

Examinons donc le troisième point, celui qui nous intéresse plus directement ici, la science.

J'en demande pardon aux savants éminents, aux habiles ingénieurs, aux négociants comme aux hommes de loisir ou de professions libérales, à tous ceux qui me font l'honneur de me prêter leur attention, mais ce serait nier l'évidence que de ne pas reconnaître que, depuis bien des années, nos préoccupations à tous ou à presque tous n'étaient pas assez dirigées du côté de la guerre et de ses chances probables. Ne nous complaisions-nous pas à répéter à tout propos que les luttes entre nations civilisées n'éclateraient plus désormais que sur le terrain de l'industrie et des arts, et, au lendemain de Sadowa, à la veille de Reichshoffen et de Sedan, combien d'entre

nous, en présence des merveilles de l'exposition universelle du Champ-de-Mars, n'ont-ils pas été plus ou moins complices des illusions généreuses des *Amis de la paix?*

Ces illusions, je ne les avais plus, pour ma part, à cette époque, et depuis assez longtemps déjà, et cependant je n'éprouve aucune hésitation à déclarer que, quoique appartenant à l'armée, j'avais alors, comme je l'ai toujours eue, une grande horreur de la guerre, et je souhaitais beaucoup, sans l'espérer, qu'elle pût être évitée. Mais il y a une chose que j'abhorre au-dessus de tout, c'est la domination étrangère, et dès les premiers jours de la déclaration de guerre, en juillet 1870, dès que je craignis de voir les Prussiens fouler le sol de mon pays, tous mes instincts pacifiques s'évanouirent, et, quittant mes études scientifiques, je me rappelai, en frémissant d'indignation, que moi aussi j'étais soldat.

La guerre, n'en doutons plus, Messieurs, restera encore longtemps une nécessité, cruelle, j'en conviens, mais une nécessité, une condition essentielle de l'existence des nations de l'Europe. C'est le cas d'appliquer l'adage anglais : *to be or not to be.* Pour être un peuple libre et respecté, il faut être toujours prêt à faire la guerre et savoir la faire.

A coup sûr, ce n'est pas à un congrès de savants qu'il conviendrait de demander des conseils sur l'organisation des armées, sur des questions de tactique, de stratégie ou d'administration; mais l'art militaire embrasse une grande partie des connaissances humaines, ses progrès doivent, ainsi que nous le disait hier notre illustre président, suivre d'aussi près que possible ceux des sciences aussi bien que ceux de l'industrie.

L'objet de cette communication serait donc facile à justifier, et j'espère que vous ne la trouverez pas hors de propos, particulièrement à l'époque où nous vivons.

Je ne prétends pas d'ailleurs parcourir, dans un entretien que je me suis vu obligé d'improviser, le champ si vaste qui s'ouvre devant nous, et c'est dans une autre session qu'il conviendra peut-être de revenir sur les questions de détail.

J'ai tenu toutefois à répondre, pour ma part, à l'invitation qui était faite aux militaires de venir exposer les résultats de leurs travaux, ou les *desiderata* qu'ils croiraient devoir exprimer, comme pouvant contribuer à l'avancement de la science militaire, dans l'intérêt de la défense du pays et de l'intégrité de son honneur et de son territoire, notre patrimoine à tous, Français de l'ouest ou de l'est, du nord ou du midi.

Je vais tout d'abord, et pour vous rassurer sous certains rapports,

essayer de vous faire connaître où en sont actuellement les deux armes qui ont plus particulièrement besoin de recourir à la science : l'artillerie et le génie (je ne me crois pas suffisamment autorisé pour parler de la marine); j'exposerai ensuite les mesures urgentes que je voudrais voir adopter pour répandre, dans tous les corps, dans tous les rangs de l'armée, le goût d'une science effectivement utile à tous, et dont on nous a reproché, non sans raison cette fois, de ne pas nous occuper : j'ai nommé la géographie.

Voyons donc, en premier lieu, ce qui se passe dans l'artillerie.

Chacun sait que, dans nos arsenaux, dans nos usines militaires, des officiers d'une instruction éprouvée se tiennent au courant des puissantes inventions, des applications si ingénieuses qui enrichissent chaque jour la mécanique industrielle et la métallurgie, depuis le marteau-pilon monstre, si docile aux impulsions de la vapeur, sous la main du forgeron, jusqu'à la coulée de ces masses prodigieuses d'acier Bessemer, réglée d'après les indications du spectroscope; ils y participent bien souvent eux-mêmes et n'ont pas oublié que l'art et jusqu'au nom de l'ingénieur ont eu, pour origine, les *engins de guerre*.

Les relations continuelles qui existent entre ces officiers et les chefs des grandes industries sont la meilleure garantie que rien d'essentiel ne doit leur échapper dont ils puissent tirer parti pour le perfectionnement des armes de combat. Je ne crois pas devoir insister sur ce sujet qui serait d'ailleurs traité plus pertinemment par un officier d'artillerie, mais malgré ce que je viens de dire, je n'espère pas moins que les relations nouvelles créées par notre association contribueront encore à hâter certains progrès, à la réalisation desquels les savants de profession peuvent si efficacement concourir.

Je trouverais au besoin des indices certains de ce que j'avance, en parcourant, par exemple, les applications multipliées de la physique, de la chimie à la fabrication des artifices de guerre et à l'étude de leurs effets mécaniques. Je n'aurais, pour cela, qu'à citer les travaux récents du professeur Abel sur le pyroxyle ou poudre-coton, ceux que M. Berthelot a commencés pendant le siége de Paris et qu'il poursuit en ce moment même sur la force expansive des matières explosibles, les recherches entreprises également depuis deux ans par des chimistes habiles et par nos savants ingénieurs des mines sur les usages militaires de la dynamite, l'exploseur de Bréguet, les chronographes électro-balistiques du colonel Martin de Brettes, du capitaine Schultz et d'autres encore, dont la construction, si bien étudiée par notre grand artiste Froment, avec le concours de M. Lissajous, continue à être l'objet des soins de son successeur, M. Dumoulin.

Je m'arrête, car cette énumération, déjà longue, est bien loin d'être complète, et je ne voudrais pas abuser de votre patience et de votre attention.

Nos officiers d'artillerie ont-ils négligé les connaissances si variées, si délicates, que suppose leur profession; sont-ils inférieurs, sous le rapport de la science, aux officiers prussiens? Je ne le crois pas; car, après les travaux des Paixhans, des Piobert, des Morin, des Tamisier, des Treuille de Beaulieu, des Favé, des Suzanne, n'entendons-nous pas citer ceux des Frébault, des Caron, des de Reffye, des Pothier, sans parler de tant d'autres dont les noms, pour être moins connus du public, ne sont pas moins ceux d'officiers d'un grand mérite.

Quant à leur conduite devant l'ennemi, à leur coup d'œil militaire, les publications allemandes les moins suspectes de partialité en notre faveur reconnaissent sans hésiter les qualités dont ils ont fait preuve sur le champ de bataille, avec les ressources dont ils disposaient et dans les conditions difficiles où ils se trouvaient placés le plus souvent.

Si, de la science de l'artilleur, nous passions à celle de l'officier du génie, nous trouverions bien des branches qui ont un besoin incessant de recourir également à la géométrie, à la mécanique, à la physique, et jusqu'aux sciences naturelles; mais nous pourrions facilement établir que d'importants mémoires sur l'art des constructions en général, sur les conditions nouvelles de la défense et, par conséquent de l'établissement des forteresses, sur l'étude du terrain, sur les moyens rapides d'apprécier les distances de la guerre, sur les applications de la photographie, de la télégraphie, de l'aérostation, découvertes essentiellement françaises pour le dire en passant, toutes ces recherches peu connues au dehors, n'en témoignent pas moins de l'activité intelligente et des traditions laborieuses qui continuent à régner dans le corps du génie (1).

Est-ce à dire que les officiers des deux armes dont je viens de parler aient tous travaillé autant qu'ils eussent pu et dû le faire? Malgré mon désir d'éviter ce qui pourrait blesser mes camarades, je n'irai pas jusqu'à déguiser la vérité, et je dois avouer que, bien souvent, pendant ces vingt dernières années, je me suis demandé avec inquiétude si ces excellentes traditions que je rappelais tout à l'heure ne

(1) Je n'ai pas cru, à cause de ma qualité d'officier du génie, pouvoir citer des noms propres contemporains et paraître ainsi profiter de l'occasion qui se présentait de faire l'éloge de quelques-uns de mes chefs ou de mes amis personnels, mais on m'accordera aisément qu'il y a de grandes traditions dans un corps qui a eu la fortune de compter parmi les siens des ingénieurs comme Vauban, des géomètres comme Carnot, Meusnier et Poncelet, des physiciens comme Coulomb et Malus, pour ne rappeler que les plus illustres.

couraient pas le risque de s'altérer, si, à tous les degrés de la hiérarchie, chacun avait une conscience parfaite de sa responsabilité et apportait à l'œuvre commune son contingent d'efforts et de bons exemples.

Mais dans l'armée allemande, n'y a-t-il donc pas aussi des défaillances, et tous nos adversaires sont-ils aussi parfaits, aussi appliqués à leurs devoirs qu'on l'a prétendu avant et surtout après nos défaites? A la vérité, ce ne serait pas là une excuse, et ce qui est trop certain, en tout cas, c'est que l'artillerie prussienne a eu l'avantage sur la nôtre, et que, à côté de la défense mémorable de Belfort et de la résistance de Bitche, nous avons à enregistrer une longue suite de redditions de places fortes encore pourvues de vivres, sans parler des capitulations *in extremis* de Metz et de Paris.

Il faut pourtant bien, en définitive, se demander à qui la faute? Et me voilà, malgré moi, ramené sur le terrain de la politique, mais je me hâterai d'en sortir en répétant seulement ce que je disais, il y a un instant, et ce qui fait porter la responsabilité un peu sur tout le monde, que généralement nos idées n'étaient pas tournées du côté de la guerre, en ajoutant toutefois que ceux qui la prévoyaient et la voulaient, sont sans excuse de l'avoir fait éclater dans les conditions où se trouvaient nos places fortes et notre armement, dans l'état surtout de l'esprit public en France.

Les choses se passaient tout autrement au delà du Rhin. L'armée était organisée avec le plus grand soin, en vue d'une guerre prochaine; elle était prête; les hommes d'État qui méditaient de longue main l'unité et la prépondérance de l'Allemagne n'avaient rien négligé, ne reculaient devant aucun moyen pour exciter et entretenir la fièvre du patriotisme et la haine de la France. Notre pays était dénoncé comme le plus grand ennemi de l'indépendance germanique; nous étions insultés, vilipendés; notre déchéance morale et intellectuelle était proclamée, ainsi que nous le rappelait hier notre secrétaire général, par les plus doctes professeurs, qui ne rougissaient pas de ce rôle indigne de leur caractère, aussi bien que par les libellistes payés pour faire ce honteux métier.

Ces professeurs qui insultaient la France (nous pourrions les désigner par leurs noms, nous dédaignons de le faire), ces professeurs étaient, pour un bon nombre, d'anciens hôtes de ce bon et noble pays. Ils avaient fréquenté nos écoles et nos bibliothèques; nos riches collections, nos laboratoires leur avaient été libéralement ouverts avec cette générosité, cette confiance bienveillante qui caractérisent notre race qu'ils ont l'audace de qualifier d'inférieure. Ils payaient cette hospitalité scientifique, la plus noble entre toutes,

en fournissant des armes contre nous, en signalant les imperfections de nos institutions comme autant de signes de décadence, non pas seulement chez eux, mais à l'étranger où il s'agissait de nous déprécier et de nous supplanter, et jusque chez nous-mêmes où, avec une bonne foi un peu naïve, nous reconnaissions la vérité de quelques-unes de leurs critiques et de leurs assertions, sans toutes les contrôler et sans nous méfier du piége qui nous était tendu.

Les savants étaient donc devenus, vous le voyez, Messieurs, des auxiliaires très puissants, très autorisés de ce système de dénigrement dirigé contre la France; c'est ainsi qu'ils ont pris part à la guerre; mais ce procédé est si déloyal, qu'on ne doit pas leur faire l'honneur de leur accorder le titre de belligérants. Je ne ferai donc pas aux savants français l'injure de leur demander d'imiter ceux d'outre-Rhin (et je suis heureux de reconnaître qu'il s'est trouvé, dans la patrie de Gauss et de Humboldt, des hommes voués au culte de la vérité, assez soucieux de leur dignité pour ne point s'associer à cette œuvre misérable), mais j'arrive cependant ainsi à constater avec vous une de nos négligences les plus fâcheuses, notre ignorance des langues étrangères et, comme conséquence naturelle, la répugnance que nous avons à sortir de chez nous, tandis que nos voisins connaissent, dans bien des cas, la France aussi bien, sinon mieux que leur propre pays.

Les inconvénients de ce que je vous demande la permission d'appeler notre *sédentarisme* ont frappé, depuis longtemps, les esprits réfléchis; les deux plus grands, au point de vue où je suis placé, sont ceux que je viens de vous signaler : nous ignorons les langues étrangères et nous savons mal la géographie.

L'étude des langues étrangères paraît devoir être organisée prochainement dans nos lycées et dans nos écoles, de manière à donner des résultats plus satisfaisants que par le passé; c'est du moins ce que M. le Ministre de l'instruction publique a annoncé tout dernièrement à la Sorbonne; mais ce n'est pas assez, et je crois aller au devant d'un vœu qui ne tardera pas à être exprimé, s'il ne l'a déjà été, en demandant que nos enfants voyagent et qu'ils acquièrent ainsi, en même temps qu'une connaissance plus parfaite des idiomes, une juste idée de l'état de leur pays et de celui des pays voisins, à tous les points de vue.

Les voyages seraient, à mon avis, le meilleur complément de l'étude des langues vivantes et de la géographie pédagogique, toujours aride, quoi qu'on fasse pour y intéresser les jeunes gens.

Les Anglais, les Russes, les Allemands, voyagent beaucoup, et c'est là, on n'en saurait douter, la principale raison pour laquelle ils ont

sur nous l'avantage de parler les langues et de savoir généralement la géographie de l'Europe, d'aimer à se servir et d'acheter des cartes, ce qui engage les éditeurs à en publier.

Pour rester dans mon sujet, je ferai remarquer combien ces connaissances, utiles aux hommes instruits de toutes les professions, sont encore plus indispensables aux militaires. Que tardons-nous donc à faire voyager nos étudiants, nos jeunes officiers surtout, non plus seulement en France et au hasard des changements de garnison, mais systématiquement dans plusieurs pays, de manière à leur donner l'habitude d'observer les hommes et les choses et particulièrement celle de comparer le terrain avec la carte.

En leur enseignant à préparer un voyage par l'étude détaillée de l'itinéraire à suivre, en leur demandant de tenir un journal sur lequel ils consigneraient les résultats de leurs observations, en leur donnant des modèles de relations et des programmes d'études, on parviendrait à coup sûr à les instruire pour la plupart et à éveiller peut-être chez un grand nombre d'entre eux des aptitudes qui restent à l'état latent, faute d'un stimulant et d'occasions favorables pour les développer.

Je serais même d'avis que pour préluder à ces voyages à l'étranger, nos plus jeunes enfants fussent exercés à de longues marches et aux reconnaissances topographiques (en donnant à cette expression son acception la plus large), en leur faisant faire, pendant la belle saison, des excursions dans le voisinage de leur école ou de leur lycée, et en profitant des chemins de fer pour leur faire connaître le pays dans un rayon plus étendu.

Qui ne sait qu'en Suisse et en Allemagne, de tout jeunes gens emploient ainsi une partie du temps de leurs vacances à faire, sac au dos et sous la direction de leurs instituteurs, d'assez longues tournées, au grand avantage de leur développement moral, physique et intellectuel, je pourrais ajouter au grand avantage du développement des sciences naturelles. Mais je ne crois pas avoir besoin d'insister sur ce sujet, et je suis persuadé que personne ne songe à contester l'utilité de ma *proposition;* seulement peut-être me répondra-t-on d'abord que chacun est libre de faire voyager ses enfants comme bon lui semble, et ensuite que, s'il s'agit d'une mesure générale, c'est aux ministres de l'instruction publique et de la guerre qu'il faudrait soumettre cette proposition, pour qu'après l'avoir examinée ils fissent étudier les moyens d'y faire droit, s'il y a lieu.

Je sais parfaitement que c'est en effet là la marche à suivre, mais j'ai pensé que si mon idée était juste et pratique, il ne pouvait être qu'avantageux de la placer sous le patronage de l'Association française.

La science dans laquelle les Allemands nous ont été incontestablement supérieurs pendant cette guerre funeste de 1870-71, c'est la science du terrain, qu'ils étudient avec une grande prédilection, une grande persévérance. Chaque année, une nuée d'étudiants et de jeunes officiers (il y en a aussi de plus âgés) partent de tous les points de l'Allemagne et se répandent dans toutes les directions, les uns librement, aux frais de leurs familles, les autres avec des missions définies qu'ils ont le plus grand intérêt à accomplir avec soin, car leur avenir militaire en dépend le plus ordinairement. En ce qui concerne la Prusse, je puis même préciser jusqu'à un certain point. Dans le seul corps d'état-major, un cinquième au moins, et le plus souvent un quart de l'effectif est envoyé pour six semaines ou deux mois à l'étranger, avec un programme d'études qui est suivi à la lettre, on peut en être certain, car c'est M. de Moltke lui-même qui prend la peine de lire et d'annoter les mémoires de ses officiers, de les corrigér, comme on dirait dans notre Université.

Il est à peine nécessaire d'ajouter que les observations topographiques ou de statistique, les renseignements de toute nature recueillis pendant ces voyages, renseignements qui se contrôlent les uns par les autres, sont soigneusement classés et résumés par une sorte de comité de rédaction, et que, le jour venu de les utiliser, on sait où les trouver.

La France entretient bien depuis quelques années des attachés militaires dans nos légations, et les remarquables lettres du colonel Stoffel, qui ont eu un si grand retentissement, témoignent assez que nos officiers ne manquent ni de talent, ni de sagacité; mais ces agents sont peu nombreux; l'attaché militaire est d'ailleurs un fonctionnaire officiel auquel on dit et l'on fait voir ce que l'on veut, tandis que le voyageur civil ou militaire, le touriste, en un mot, va partout où bon lui semble, cause avec tout le monde, étudie le pays à son gré. Celui-ci visite les monuments, les musées, les établissements scientifiques, et fait connaissance avec les savants, les artistes, les érudits; un autre étudie les établissements industriels et militaires, autant qu'il y est autorisé; un autre encore s'occupe plus particulièrement, et chemin faisant, de sciences naturelles et entre toutes de géologie, ce soubassement de la géographie.

Voilà ce que viennent faire chez nous depuis longtemps les étudiants et les officiers allemands, et ce qu'ils font par toute l'Europe et hors de l'Europe. Cest ainsi qu'ils apprennent la géographie, et je ne connais pas de meilleur moyen.

J'ai entendu quelques personnes, plus scrupuleuses que de raison, demander si l'on avait le droit d'aller ainsi voir ce qui se passait à

l'étranger, en prévision de la guerre, et j'ai trouvé dans les provinces de l'Est bien des gens qui s'emportaient contre les officiers prussiens qui avaient exploré leur pays. Je me suis borné à leur répondre : Que n'en faisiez-vous autant, vous eussiez été avertis très probablement de ce qui vous attendait, et peut-être la guerre eût-elle été prévenue, si tout le monde eût été mieux renseigné.

Il ne faut pas confondre, en effet, le voyageur attentif et observateur avec les coquins et les subalternes qui se sont introduits, dit-on, partout, d'abord pour gagner leur vie, voire pour s'enrichir, ensuite pour servir d'espions. Si cela est vrai, que cette race soit maudite; mais, sous aucun prétexte, je ne conseillerais au plus misérable de mes compatriotes de se déshonorer en vendant celui dont il a mangé le pain.

Au contraire, je ne souhaite rien tant que d'obtenir que la nouvelle génération prenne l'habitude de voyager d'une manière intelligente; de visiter d'abord la France qu'on aime d'autant plus qu'on la connaît mieux, puis les pays voisins; enfin, de voir ceux qui se sentent la vocation aller plus loin, toujours plus loin, et servir encore la France en associant son nom aux grandes découvertes géographiques; nous ne manquons dans ce pays ni d'esprits aventureux, ni de cœurs généreux et intrépides, mais nous manquons, permettez-moi de le dire, d'éducation sérieuse et surtout de direction.

On parle beaucoup depuis quelque temps d'initiative individuelle; il ne faut pas, dit-on, s'adresser toujours à l'État. Mais il y a lieu de distinguer entre ce qui peut être entrepris par un individu ou une collection d'individus, et ce qui ne peut être obtenu que par le concours général du pays. Sans vouloir parodier un mot célèbre, je crois que nous pouvons dire aujourd'hui que l'État, c'est nous, c'est tout le monde, et quand il s'agit de l'intérêt de tout le monde, quoi de plus naturel que de s'adresser à l'État.

La mesure que je réclame et à laquelle je vous demande de donner plus que votre assentiment, votre concours, doit être et ne peut être évidemment prise que par l'État.

Voici maintenant la part qui vous incomberait personnellement en quelque sorte, si vous vouliez y consentir et qui pourrait être considérée comme une affaire d'initiative individuelle. Vous pourriez nommer un comité qui serait chargé de rechercher dans la littérature française et dans la littérature étrangère les meilleurs ouvrages scientifiques propres à guider les jeunes voyageurs. Quelques-uns des membres de ce comité pourraient en outre se charger de rédiger eux-mêmes des instructions analogues à celles que les Herschel, les

Airy, les Sabine, les de la Bêche, les Lyell, les Darwin, etc., ont rédigées en Angleterre pour les voyageurs scientifiques.

Les Allemands ne négligent rien de leur côté pour associer les sciences naturelles à la géographie, et sans parler des grands travaux de Humboldt et de son beau livre du *Cosmos*, je ne dois pas manquer de citer tout spécialement les nombreuses publications récentes dans lesquelles ils ont cherché à formuler les relations qui existent (et dont plusieurs avaient été dès longtemps signalées par M. Élie de Beaumont) entre la géologie et les accidents topographiques, les formes du terrain, ce qu'ils appellent *die Terrainlehre, die Terrainformenlehre,* la science des formes du terrain. Ces derniers ouvrages, particulièrement destinés aux militaires, ne sont pas moins utiles aux autres voyageurs, et je ne saurais trop engager nos savants géologues à nous aider à en composer de semblables, sinon de meilleurs. Mais ce vœu et tous ceux du même genre que je pourrais émettre seraient mieux à leur place dans les conférences du comité dont je viens de parler, si l'Association, prenant en considération la proposition que j'ai l'honneur de lui faire, décidait qu'il y a lieu de l'examiner et de la discuter.

L'abbé E.-J. DURAND,

Curé de Maule, membre de la Société de géographie.

Les Indiens du Brésil et en particulier du bassin de l'Amazone.

Lorsque les Portugais arrivèrent au Brésil, ils trouvèrent des tribus innombrables d'Indiens peuplant le littoral de la mer, les rives des fleuves qui portent encore leur nom, et les immenses forêts de l'intérieur. Les bords de l'Amazone surtout paraissaient être comme la source principale d'où partaient ces différents peuples. Ces Indiens semblaient appartenir à deux nations distinctes. En effet, aujourd'hui encore leurs types sont tranchés : les uns sont appelés Tupis, et les autres Tapuyas. Les premiers représentent le type mongolique avec ses pommettes saillantes et ses yeux bridés, les seconds paraissent se rattacher davantage au type européen, ce qui donnerait lieu de croire que l'Amérique a été peuplée par des émigrations venues de l'Asie à travers les îles Kouriles et le détroit de Behring, ainsi que par d'autres émigrations venues d'Europe par la Laponie, l'Islande et le Groënland.

Quoi qu'il en soit de ces probabilités, les Indiens de l'Amérique du

Sud, ainsi que ceux de l'Amérique du Nord, n'en présentent pas moins deux types auxquels peuvent se rattacher tous les autres. Voici la marche qu'ils ont dû prendre : Il est aujourd'hui hors de doute que, poussés à travers l'isthme de Panama par les guerres qui ont déterminé dans tous les temps les migrations de nations entières, ces peuples ennemis prirent deux chemins différents que leur frayait la nature. Les uns suivirent les crêtes des montagnes et s'installèrent sur leurs plateaux et sur leurs versants; les autres descendirent dans les vallées et longèrent les bords ombragés des fleuves et de leurs affluents; ils parvinrent jusqu'au littoral de l'Océan. Ainsi fut peuplée la vallée de l'Amazone et celle du Paraguay, formant les deux principales routes qui atteignent les contrées les plus inaccessibles de l'Amérique du Sud.

Ces migrations durent être successives et intermittentes. En effet, les Indiens devenant trop nombreux forcèrent les tribus à se fractionner. Alors les vaincus furent obligés, après des luttes acharnées, de chercher un territoire où ils pourraient vivre en paix. Ces guerres expliquent l'isolement de certains types au milieu de tribus d'origine différente. Le flot des migrations les poussait et les repoussait du littoral dans les plaines et dans les forêts de l'intérieur, et des forêts vers le littoral et sur les montagnes désertes, selon les chances de la guerre.

Ajoutons à cette cause de mélange une autre qu'il ne faut jamais perdre de vue lorsqu'on veut sonder le problème obscur de la marche des variétés de la race humaine à travers des âges et des pays inconnus. Le vainqueur mettait ordinairement à mort les prisonniers, dont il devait redouter la haine et le grand nombre; mais il conservait toutes les femmes : elles formaient son harem et son troupeau d'esclaves chargé de travailler à son profit. Or, l'Indien ne s'occupe que de chasse et de pêche ou de guerre. Pendant qu'il se balance nonchalamment dans son hamac, suspendu sous l'épaisse feuillée de la forêt, la femme, toujours esclave, est vouée à tous les travaux pénibles de la culture et du ménage.

Ainsi, par les nombreux enfants nés de ces unions violentes, le type d'une tribu est profondément modifié et finit par être totalement changé, surtout si l'on tient compte de cette particularité que souvent les garçons tiennent des mères et les filles de leurs pères.

Telles sont, en abrégé, les causes qui expliquent la ressemblance de certains Indiens du Paraguay et du Sud de l'Amérique avec les Galibis de Cayenne et les anciens Caraïbes des Antilles. Leurs langues ont également de grandes analogies : on a remarqué une ressemblance pareille entre elles et les langues des Hurons et anciens Iroquois de l'Amérique du Nord.

A l'époque de l'arrivée des Portugais, le bassin de l'Amazone semblait être le réservoir particulier des tribus indiennes. La nation *tupi* ou guarani, qui paraît être la tribu-mère, était maîtresse de toute la côte atlantique. Elle formait une grande confédération dont les tribus conservaient le nom. Il se composait du radical Tupi et d'une terminaison désignant le genre de vie, le lieu d'habitation ou le caractère de la tribu qu'il désignait. Ainsi, les Tupis sont la souche des Tupinambas, d'abord habitant les bords du Bas-Amazone, aujourd'hui retranchés dans les déserts de la province de Bahia ; des Tupinambaranas, qui vivaient autrefois dans l'île de ce nom, à l'embouchure de la Madeira; des Tupinikins, descendant des Tupinambas, et résidant au milieu des forêts de Bahia et de la province du Saint-Esprit, sur les bords du Cricarie. Citons encore les Tobas, cousins des Tupis, que l'on trouve sur les bords du rio Vermelho, au sud du Paraguay, dans le grand Chaco; les Tobajaras, ou maîtres des aldées; les Tupiaes et les Tupiguas. Beaucoup d'autres tribus, tels que les Petiguares, les Tamoyos ou oncles, qui possédaient le littoral de la baie de Rio de Janeiro; les Carijos, qui se prolongeaient jusqu'à la Plata; les Caëtés, réfugiés dans les immenses forêts de l'intérieur, appartenaient à la grande famille Tupi. A l'embouchure de l'Amazone était établie une espèce de confédération, sous le nom de Neengahybas, — mauvais langage, — comprenant une grande quantité de tribus, nommées par les Portugais *canoeiros*, canotiers; ils habitaient les îles et le littoral. Marins et guerriers intrépides, ils sillonnaient les baies et les rivières voisines avec leurs *igarites* légères. Pendant vingt ans, les Neengahybas arrêtèrent les Portugais aux portes de l'Amazone.

Remarquons que les mêmes mœurs et une seule langue caractérisent les tribus tupis. C'est la langue générale, *lingua general* ou *guarani,* parlée encore dans la plupart des tribus. Mais à côté de cette langue commune, il y en avait une autre usitée dans l'intérieur de la tribu et de la famille; c'était un dialecte particulier, qu'on pourrait appeler la langue des femmes, à l'usage de ces malheureuses qui ne devaient pas parler la langue générale, sous peine de mort, même à leur confesseur, chez les chrétiens. Ce fait se retrouve encore dans les tribus sauvages de beaucoup de pays, et indique la provenance étrangère des femmes et la confusion qui doit exister dans les races ainsi que dans les idiomes.

Cette langue est riche et expressive; elle possède des mots signifiant les choses intellectuelles et métaphysiques; en un mot, elle est complète. Par conséquent, elle est l'indice d'un état de civilisation relativement avancé, antérieur à nos temps.

A la même époque, les Tapuyas dominaient sur une partie du

Haut-Amazone de l'intérieur et du littoral; tantôt vainqueurs, tantôt vaincus, ils étaient installés en grand nombre sur les bords du Rio-Grande-Do-Norte; ils avaient asservi les Petiguares, les Tobajaras, les Tamoyos et les Tupinambas de la province de Bahia, amollis par la douceur du climat.

Contrairement aux Tupis, les Tapuyas parlaient des dialectes différents, chaque tribu avait le sien; ils avaient des habitudes contraires. Il en est de même aujourd'hui.

Le Tupi repose dans un hamac suspendu près d'un feu, le Tapuya dort par terre; le Tupi combat dans les forêts, le Tapuya se bat en plaine.

Ces deux peuples, toujours en contestation pour l'occupation du territoire de chasse, dont souvent dépendait leur existence, étaient en guerre perpétuelle et se livraient à l'anthropophagie. Aussi, selon les vicissitudes de la guerre, les tribus se mélangeaient par les femmes ou se compénétraient par la conquête d'enclaves de leurs territoires réciproques.

Malgré cela, les Tapuyas ont conservé leurs usages entiers, tel que celui de la botoque. La botoque est une rondelle de bois de *barrigudo vetru,* que ces Indiens introduisent dans la lèvre inférieure et dans le lobe de l'oreille; il y en a qui mesurent 10 centimètres de diamètre. Les Urikenas, plusieurs autres tribus du rio Negro, les Gamellas et Timberas de la province de Maranhao, et les Botocudos de celle du Saint-Esprit, sur les bords du Rio Doce, ainsi que d'autres, ont conservé ces horribles ornements, ainsi que des peintures simulant des tatouages, par lesquels ils croient augmenter leur beauté.

Leur fécondité était inouïe; la polygamie favorisait la multiplication des Indiens, et leur nombre était si grand depuis l'embouchure de l'Amazone jusque dans l'intérieur du Pérou, que les auteurs de ce temps les comparent aux essaims de moustiques qui pullulent d'une manière incroyable sur les bords du fleuve. Ainsi, d'après le P. Vieira, illustre religieux de la Compagnie de Jésus, dans une seule expédition sur les bords de l'Urubu, petit affluent guyanais de l'Amazone, les Portugais brûlèrent 700 aldées. Certaines réductions pouvaient mettre chacune 5,000 guerriers sous les armes.

Depuis le Para jusqu'à Gurupa, ville de la rive droite du Bas-Amazone, on comptait 500 réductions. En 1662, après l'expulsion des Jésuites, il n'en restait plus que 17, tant étaient humains les directeurs qui remplacèrent les missionnaires. Les Indiens aimèrent mieux retourner à la vie sauvage dans les forêts que de se laisser exploiter et réduire en esclavage par les blancs. En effet, les Portugais ne faisaient pas plus de cas de la vie de ces malheureux

que de celle des singes; ils les tuaient sans pitié et sans motif; et si une tribu surprise ne voulait pas se laisser emmener en esclavage, si elle résistait, on massacrait tous les Indiens, à tel point que l'eau des rivières était rougie de leur sang. On alla jusqu'à recourir à l'aide des épidémies contagieuses. Plusieurs fois la variole fut introduite systématiquement dans les tribus. On estime que de 1615 à 1652, deux millions d'Indiens moururent de mort violente, et que trois millions d'esclaves sortirent de Rio-Negro. Au moins autant furent emportés dans les colonies africaines et indiennes du Portugal. Et là nous ne comptons pas ceux qui furent tués dans ces parages, car on allait à la chasse à l'homme comme à celle des fauves.

D'un côté les guerres intestines des tribus, les expéditions destructives des Portugais; d'un autre, l'esclavage, la misère, l'insuffisance de nourriture, les maladies, la paresse, moins l'abondance des anciens jours, le désespoir, les soucis et les inquiétudes d'un tel genre de vie, arrêtèrent la multiplication des Indiens; si l'on ajoute à cela, au milieu des mêmes circonstances, l'épuisement occasionné par la polygamie, les vices introduits par les *déportés* portugais, l'abus des liqueurs alcooliques, les unions plusieurs fois contractées dans la consanguinité, on aura toutes les causes de la dégénérescence et de la stérilité qui vinrent tarir la source de la génération chez les Indiens. Beaucoup désertèrent les bords fertiles et doux des grands fleuves : réfugiés dans les lieux inaccessibles aux blancs, ils étaient réduits à la misère la plus grande et subissaient des privations inouïes qui les portaient à manger de la terre, nourriture dont ils ne tardaient pas à périr. Le désespoir est une des raisons qui portent l'Indien à se suicider insensiblement par ce moyen.

C'est pourquoi beaucoup de tribus ont disparu ou se sont transformées, d'autres sont venues les remplacer, et un grand nombre d'Indiens, devenus chrétiens, forment aujourd'hui le fond de la population des villes et villages du Brésil créés par les missionnaires.

Aujourd'hui on ne retrouve plus que quelques noms de tribus anciennes, tels que : les Muras, les Urikenas, sur le Haut-Amazone et sur le Rio-Negro, les Mawès, les Caripunas, les Purus, les Tecunas, les Pamas et les Mundurucus, grande et forte tribu du Tapajoz. Ces derniers paraissent être les anciens Tapuyas de cette rivière, dont le nom veut dire rivière des grands Tapuyas — Tapuya-Assu — Tapajoz.

Cependant, de nos jours, il y a encore au moins trente-deux tribus sur les bords de l'Amazone et du Solimoes, quarante-cinq dans le bassin du Rio-Negro, trente dans celui de la Madeira, une douzaine sur le Tapajoz et une vingtaine sur le Tocantins et l'Araguay. Ce qui

donne un total, inférieur à la réalité, de cent trente-neuf tribus encore existantes dans le seul bassin brésilien de l'Amazone. Citons une particularité de quelques-unes des tribus amazonniènes : elles sont affectées des pieds à la tête d'une dartre squammeuse qui en rend les individus horribles et repoussants; c'est une espèce d'icthyose générale attribuée à la nourriture presque exclusive de poisson. Pour contrebalancer cette maladie, ils mangent de la salsepareille cuite. Les forêts brésiliennes produisent cette plante en grande abondance.

Un certain nombre de ces Indiens est cantonné dans des aldées; mais la majorité erre encore à l'état sauvage dans les forêts et dans les solitudes, vivant de pêche, de chasse et de rapines. Or, devant le flot de la civilisation qui s'avance chaque jour comme une marée montante, l'Indien se trouve pris dans un dilemme auquel il ne peut échapper. Les tribus indiennes doivent être ou anéanties ou assimilées à la société brésilienne dans un temps rapproché. Or, le gouvernement brésilien reculerait certainement devant leur destruction systématique. Ces tribus forment encore une population de 500,000 individus selon les uns, et de plusieurs millions selon les autres. Elles apporteraient donc un appoint sérieux à la population de cet empire. Leur sang, retrempé dans celui des colons, se rajeunirait et retrouverait certainement son ancienne fécondité. Il faut donc opter pour l'assimilation. Mais comment arriver à résoudre ce problème?

Il n'y a, dirons-nous, qu'à regarder vers le passé et refaire ce qui a été déjà exécuté avec succès. Il faut reprendre l'œuvre de la christianisation de ces tribus. Si elle n'avait pas été interrompue il y a cent ans, aujourd'hui l'Amérique du Sud n'aurait pas un seul sauvage; des millions d'individus auraient été sauvés de la destruction, ils auraient été admis à participer aux bienfaits de la société chrétienne, et maintenant le Brésil aurait des déserts de moins et une population homogène composée de plusieurs millions d'habitants de plus. Pour sauver les Indiens, il faut donc reprendre l'œuvre des missions, leur envoyer des missionnaires, qui, seuls, par l'Évangile, l'abnégation, le dévouement, les fixeront autour de la croix, les instruiront, leur apprendront encore à cultiver leurs terres; en un mot, les feront entrer dans le mouvement de la vraie civilisation. Or, qu'ont-ils fait, les anciens missionnaires? Jetons un coup d'œil rapide sur leurs missions. A l'entrée de l'Amazone, sur la rive gauche, depuis l'Océan jusqu'à la rivière des Trompettes ou Nhamunda, les PP. Capucins évangélisaient les sauvages de la Guyane portugaise. Toutes les villes et villages de ces contrées sont les anciennes réductions qu'ils ont fondées. C'était la province *de la Piété*.

Depuis le Nhamunda, sur la même rive, les missionnaires de la

Merci ou Rédemption, dits Mathurins en France, faisaient de même. Sur les bords du rio Negro et au delà, les Carmes civilisaient également les Indiens. Sur la rive droite, dans les îles et depuis Para, sur les bords du Tocantins et jusqu'au Xingu, les Jésuites qui devaient être arrachés honteusement à leurs missions, ouvraient l'Amazone aux Portugais et leur donnaient un empire. C'est à eux que l'on doit la pacification des Neenghybas. En christianisant les tribus de ces bords, ils les pacifièrent et les assimilèrent à la colonie naissante du Brésil. Dès lors les Portugais prirent possession de la majeure partie du bassin de l'Amazone.

Des rives occidentales du Xingu aux bords orientaux du Tapajoz, nous retrouvons les Capucins. Au delà du Tapajoz jusqu'à la Madeira, ce sont encore les Carmes, et depuis la Madeira jusque dans les possessions espagnoles, les RR. PP. Jésuites évangélisent les innombrables tribus de ces riches territoires. Or, ce travail civilisateur était opéré dans toute l'Amérique du Sud, sur les bords du Paraguay, de la Plata et du San-Francisco comme sur les rives de l'Amazone. Il fut continué plus longtemps dans les possessions espagnoles. C'est la raison pour laquelle les rives boliviennes de la Madeira ou Beny, et du Mamoré, sont peuplées de missions populeuses d'Indiens chrétiens au milieu desquels travaillent encore les missionnaires.

L'œuvre des missions, reprise depuis quelques années avec vigueur par le gouvernement colombien ou de la république de l'Équateur, est en voie de prospérité. Les Jésuites sont retournés sur les bords des affluents de l'Amazone, dans les anciennes missions de leurs prédécesseurs, et y opèrent les mêmes prodiges. Laissez le missionnaire libre; ne l'entourez pas de ces agents interlopes que la cupidité guide, toujours suspects aux Indiens qu'ils dupent sans cesse; ils paralysent les missions. L'Indien a de grandes qualités et de grands défauts. C'est un être déchu et non dans son état primitif; car Dieu, souverainement sage et bon, ne peut pas avoir créé la barbarie qui est le mal. L'Indien est susceptible de civilisation : il entrera facilement dans la voie du bien si rien ne vient l'effaroucher. Or, il faut avouer qu'il n'a pas toujours eu lieu de se féliciter des traitements des conquérants, et qu'il a bien quelques raisons pour s'en défier.

Le gouvernement du Brésil a essayé plusieurs fois de reprendre les missions. Quelques religieux capucins ont été envoyés parmi les Indiens; ils ont réussi; mais le climat, leur petit nombre et les ressources insuffisantes consacrées à cette œuvre l'ont empêchée de donner les résultats qu'elle promettait.

Or, les missionnaires emportent avec eux les moyens de la civilisation moderne : ils fondent partout des écoles professionnelles où les

jeunes gens apprennent différents états. Supposez certaines corporations religieuses connues pour employer ces moyens, venant s'établir dans les missions des Mundurucus, sur le Tapajoz, des Mawès, près la Madeira, ainsi que dans les vingt et quelques villages indiens christianisés, groupés sur les bords de l'Uaupez et de l'Icana, dans le bassin du rio Negro: qu'y feront-elles? Immédiatement elles établiront des ateliers pour les différents corps d'état, et des écoles pour l'instruction gratuite à tous les degrés; dans dix ans, ces populations seront totalement changées, des villages éloignés deviendront des centres considérables, les productions innombrables de ces contrées fécondes seront exploitées, un mouvement progressif de navigation et de commerce s'ouvrira sur les affluents de l'Amazone, entre les provinces brésiliennes et les États voisins. Les Indiens sauvages évangélisés, comparant leur état misérable avec le bien-être de leurs compatriotes chrétiens, viendront se fusionner avec eux; ces peuples robustes et intelligents, sauvés de l'extermination, seront gagnés à la civilisation; ils formeront, dans un temps rapproché, des provinces populeuses qui seront autant de marchés assurés à votre commerce et à votre industrie, à vingt jours de la noble et intelligente ville de Bordeaux.

M. Lorenzo RESPIGHI,

Directeur de l'Observatoire du Capitole à Rome.

Observations pendant l'éclipse totale du 12 décembre 1871.

Les observations spectroscopiques des éclipses totales de 1869 et 1870 avaient incontestablement démontré l'existence d'une couche gazeuse, d'une espèce d'atmosphère incandescente, au-dessus de la chromosphère ou couche rosée qui enveloppe le corps solaire, mais on n'en a pas pu démontrer la véritable conformation ni en mesurer l'étendue; et c'est pourquoi cette question constituait un des principaux problèmes dont on demandait la solution aux observations de l'éclipse du 12 décembre 1871.

Le professeur Respighi, considérant que les spectroscopes à fente ne pouvaient fournir à cet égard que des résultats partiels et incomplets, a cru préférable, pour ces recherches, de se servir d'un grand prisme à petit angle de réfraction, appliqué à l'objectif d'une lunette de 4 1/3 pouces d'ouverture, parce que, avec cet appareil, on pouvait obtenir les images spectrales de la couronne dans leur intégrité et

dans leur forme réelle, images qui étaient nécessaires pour relever directement la structure, la forme et l'étendue des masses gazeuses incandescentes enveloppant le corps solaire.

Cette combinaison spectroscopique se prêtait ensuite à d'autres recherches importantes, notamment à la vérification du renversement des raies noires du spectre solaire à la base de la chromosphère et à la comparaison des images spectrales des protubérances.

Les résultats obtenus avec cet appareil par le professeur Respighi, sont les suivants :

Au commencement de la totalité de l'éclipse ou à la disparition de la dernière partie du limbe solaire, un imposant spectacle s'est présenté instantanément dans le champ de la lunette : la chromosphère, par un arc d'environ 60°, avec deux groupes de protubérances, l'un à droite et l'autre à gauche du point de contact, qui se montraient reproduits sur les quatre lignes spectrales C, D^3, F et G, avec une grande vivacité de lumière et avec le contraste des couleurs les plus vives, intercalées à quelques zones colorées, qui constituaient les images spectrales de la couronne. La forte lumière répandue, en cet instant, dans le champ de la lunette, n'a probablement pas permis de voir les autres images spectrales de la base de la chromosphère.

De la comparaison des quatre images des protubérances, il est résulté : que leur forme fondamentale était identique, mais que leur étendue allait graduellement en diminuant du C au D^3 à l'F et jusque au G, dans laquelle image il ne restait plus que la base et la trace faible des principales branches; et on a remarqué que, dans l'image jaune D^3, il n'y avait aucune protubérance avec des ramifications ou jets qui ne figuraient pas dans l'image rouge G. Les différences indiquées devenaient cependant moins sensibles dans les protubérances, ou jets bien intenses et bien définis.

Les mêmes résultats ont été obtenus par la comparaison des images des protubérances observées durant toute la totalité de l'éclipse.

Vers le milieu de l'éclipse, les zones colorées, constituées par les images spectrales de la couronne, lors même qu'elles étaient projetées sur un fond modérément illuminé, paraissaient cependant assez marquées, et au nombre de trois : une en coïncidence avec la ligne C de l'hydrogène; une autre verte, probablement, en coïncidence avec la ligne 1474 de Kirchhoff, et une troisième en coïncidence avec la raie ou ligne F de l'hydrogène.

La zone verte avait la figure d'un anneau sensiblement circulaire bien défini à la périphérie, d'une lumière assez intense et uniforme et légèrement décroissante de la base au sommet. La hauteur ou

l'épaisseur de cet anneau a été estimée de 6 à 7 minutes, soit environ de 20 diamètres terrestres. Il est à remarquer que, dans cette couche gazeuse, on n'a distingué aucune trace de cette structure radiale, de ces jets ou panaches qui se rencontrent dans la couronne observée à l'œil nu et avec les lunettes, ou qui sont reproduites par la photographie. L'image rouge présentait la même forme et à peu près les mêmes dimensions, mais sa lumière était beaucoup plus faible et moins uniforme; tandis que la zone bleue était très faible et indécise, spécialement dans ses parties supérieures.

Quelques instants avant la fin de l'éclipse totale, la chromosphère reproduite dans les lignes C, D^3, F et G apparut dans le bord occidental, et on vit aussitôt après une couche de lignes claires se projeter sur le spectre. Ces lignes étaient recourbées suivant le bord de la lune, et elles furent immédiatement submergées par un torrent de lumière, renversé sur le spectre du limbe solaire, qui se levait sur le bord lunaire.

Ces lignes claires, de différentes grosseurs, étaient certainement les images spectrales de beaucoup de couches plus ou moins fines de différents gaz ou vapeurs incandescents limités à la base de la chromosphère, lesquels, cependant, ne pouvaient être analysés à cause de la trop courte durée du phénomène.

Par les images spectrales de la couronne, il est manifestement démontré qu'en outre de la chromosphère déjà connue, il existe autour du soleil une enveloppe gazeuse incandescente de structure uniforme et d'une densité presque constante, haute de 20 diamètres terrestres au moins, composée d'hydrogène et principalement de cette substance inconnue qui donne la ligne verte 1474 de Kirchhoff. L'uniformité de splendeur, la clarté et la régularité du contour supérieur de cette espèce d'atmosphère lumineuse du soleil montrent, en outre, que les jets et panaches qu'on observe dans la couronne et dans ses images photographiques ne sont pas formés de cette enveloppe gazeuse incandescente.

Ces résultats de la spectroscopie n'excluent pas l'existence d'autres milieux circumsolaires plus étendus et capables de réfléchir la lumière solaire ou de la photosphère, et le professeur Respighi croit que dans de semblables milieux, et probablement dans celui même qui nous donne la lumière zodiacale, les apparences de la couronne observée à l'œil nu ou par les télescopes, et celle qui est reproduite par la photographie, sont principalement produites par la lumière solaire réfléchie.

Dans une telle hypothèse, on peut admettre que la couronne soit produite par cette espèce d'atmosphère entourant le soleil, de deux

manières différentes, soit en supposant que ce milieu est distribué autour du soleil avec toutes les alternatives ou variations de densité qui correspondraient aux apparences de la couronne, soit encore que le milieu entourant le soleil soit d'une densité uniforme, mais différemment éclairé par des condensations locales de la lumière de la photosphère, par suite de réflexions et de réfractions convenables.

Ayant égard à la grande hétérogénéité de l'éclat de la photosphère, (hétérogénéité due aux nombreuses facules et aux points lumineux et obscurs dont est couverte la surface du soleil), et à l'influence que les masses gazeuses jaillissant de la photosphère peuvent exercer sur les rayons lumineux transmis presque tangentiellement à la surface solaire, le professeur Respighi trouve la seconde hypothèse plus probable et plus raisonnable que la première.

Si l'on s'imagine une facule près du bord ou sur le bord solaire, entourée des jets et protubérances bien définis et compacts à la base, lesquels se trouvent fréquemment dans les latitudes moyennes et basses, on verra facilement que la lumière transmise par la facule sur la base de ces jets (qui, probablement, sont très denses à leur sortie du soleil), devra subir à travers eux une réfraction plus ou moins sensible, comme les rayons lumineux qui traversent les lentilles convergentes à très long foyer, et, par conséquent, les rayons eux-mêmes doivent devenir moins divergents ou parallèles et même convergents, quand ils rencontrent plus de jets dans leur chemin; conditions qui ne sont pas difficiles à réaliser, à cause de la grande fréquence des jets gazeux sur la surface solaire.

Supposant maintenant que, pendant l'éclipse totale, un de ces faisceaux de lumière condensée soit dirigé sur le contour du disque lunaire, il est évident que, quoique l'observateur, placé dans le cône d'ombre, ne puisse pas recevoir directement les rayons lumineux, il pourra remarquer plus ou moins distinctement leur trace dans le milieu environnant le soleil, qui est éclairé par eux, laquelle trace pourra devenir bien marquée, à cause de la remarquable profondeur du milieu éclairé exposé à l'œil de l'observateur et à cause de la petitesse de l'angle de réflexion.

Ces lignes de condensation des rayons lumineux, ou bien ces caustiques lumineuses pourront se former aussi à grande distance du soleil, et même, dans notre atmosphère, à cause de la faible puissance de réfraction des jets gazeux.

Si, enfin, le jet ou les jets gazeux étaient normaux à la surface du soleil, cette trace ou traînée lumineuse devrait prendre l'aspect d'un jet ou panache normal au bord du soleil lui-même, apparence

d'ailleurs facile à vérifier, à cause de la grande fréquence des jets gazeux verticaux ou presque verticaux.

Considérant maintenant que, ordinairement, beaucoup de facules, beaucoup de points lumineux peuvent se trouver simultanément sur le bord ou près du bord solaire, principalement dans les latitudes basses et moyennes, et que, là, la surface du soleil est ordinairement couverte de beaucoup de jets gazeux plus ou moins développés et plus ou moins compacts, les uns rectilignes, les autres curvilignes, il n'est pas difficile de prévoir que les apparences ci-dessus indiquées pourront se présenter sur une grande échelle et avec toute cette variété qu'on observe dans la couronne et sur tout le contour du soleil, excepté dans le voisinage des pôles, parce que là manquent les facules et les jets gazeux bien définis et condensés.

De cette manière s'expliqueraient la structure radiale de la couronne et la présence des grands jets ou panaches dans les régions équatoriales, et principalement dans les latitudes moyennes, aussi bien que le défaut de ces panaches et la grande dépression de la couronne dans les régions circumpolaires.

Le professeur Respighi, en exprimant ses idées à ce sujet, ne prétend pas donner une explication définitive de la couronne solaire, mais il entend indiquer seulement une voie par laquelle on pourra peut-être concilier entre eux les résultats en apparence contradictoires, obtenus, pendant la dernière éclipse, au moyen du spectroscope et de la photographie.

M. JANSSEN.

Éclipse du 12 décembre 1871.

MESSIEURS,

Permettez-moi de vous exposer rapidement les résultats que j'ai obtenus dans mes observations de la dernière éclipse totale du soleil.

Cette éclipse a eu lieu le 12 décembre dernier (1871), et elle était visible en Asie. L'intérêt principal du phénomène se rapportait au problème de la couronne lumineuse dont le soleil s'entoure pendant les éclipses totales. Quand le soleil est éclipsé par suite de l'interposition de la lune, vous savez qu'indépendamment de ces jets et de ces expansions lumineuses que nous nommons, en France, *protubérances*, on aperçoit, autour du disque obscur de notre satellite, une sorte de gloire ou de couronne lumineuse qui s'étend souvent à douze, quinze

minutes et plus, et dont les formes bizarres sont variables à chaque éclipse.

Il s'agissait de découvrir la cause de cette *couronne*, ainsi que nous l'appellerons désormais.

La couronne est un phénomène si splendide et qui domine tellement dans une éclipse, qu'elle a dû attirer pour ainsi dire, de tous temps, l'attention des observateurs. Nous possédons, en effet, des descriptions de Plantade, de Halley, de Louville, etc., qui remontent au commencement du dix-huitième siècle. Bien entendu que ces observateurs n'indiquent pas la cause du phénomène.

Arago et son école forment une période nouvelle dans l'histoire des tentatives qui ont été faites pour découvrir la nature de la couronne. Notre grand physicien-astronome appliqua les méthodes polariscopiques à ces études, mais il échoua, ainsi que ses successeurs. Dans l'*Astronomie populaire*, publiée en 1856, nous lisons comme conclusion sur ce sujet : « Je le dis avec regret, le désaccord que l'on trouve avec » les observations faites en divers lieux par des astronomes également » exercés sur la couronne lumineuse, dans une seule et même éclipse, » a répandu sur la question de telles obscurités, qu'il n'est main- » tenant possible d'arriver à aucune conclusion certaine sur la cause » du phénomène. » (*Astronomie populaire,* t. III, p. 604.)

L'analyse spectrale fit entrer la question dans une phase nouvelle. En 1868, pendant qu'on découvrait la nature des protubérances, on obtenait déjà le spectre de la couronne; il est vrai que les observateurs le trouvaient continu (1), fait inexact (suivant moi), et qui retarda la solution de la question.

L'année suivante, les Américains reprenaient ce sujet. Ils trouvaient encore le spectre continu, mais ils constataient l'existence de cette célèbre raie verte (dite 1474, échelle Kirchhoff), qui est la manifestation dominante du spectre de la couronne, et dont nous cherchons encore la vraie signification. Nous devons, en outre, aux Américains de fort belles photographies des protubérances et des épreuves qui montraient le pouvoir actinique de la lumière coronale.

L'éclipse de l'année 1870 ne fut pas favorisée par l'état du ciel. Les quelques observations qu'on put faire à travers des éclaircies, confirmèrent en général les observations de 1869 (2).

Ainsi, Messieurs, en 1871, on possédait déjà des faits très importants sur la couronne. Malheureusement ces faits étaient encore incomplets;

(1) Citons, en outre, l'observation de M. Rayet, qui trouva des prolongements lumineux aux principales lignes du spectre d'une protubérance.

(2) Citons néanmoins la belle observation du professeur Young sur le renversement des raies à la base de la chromosphère.

et surtout en désaccord entre eux; par exemple, la continuité du spectre coronal qui, d'une part, était en opposition avec les observations de polarisation de la couronne, et d'autre part conduisait à cette conclusion, bien peu admissible, d'une couronne formée de corps solides ou liquides incandescents.

Aussi, la nouvelle éclipse, qui offrait une occasion toute nouvelle de reprendre cette magnifique question, dont on pressentait la solution prochaine, excita-t-elle une émulation générale.

L'Angleterre prit à ces observations la part la plus considérable: la Société royale, la Société royale astronomique, le gouvernement des Indes concouraient également. Parmi les savants remarquables délégués, citons spécialement MM. le colonel Tennaut, le lieutenant Herschell, Poyson, Fyers, etc., etc. L'Italie était représentée par M. Respighi, qui devait faire, en cette occasion, de très belles observations; la Hollande, par M. Oudemans, etc.

A la demande de l'Académie et du Bureau des longitudes, je fus désigné par le Gouvernement pour représenter la France.

C'était, comme vous voyez, Messieurs, une charge glorieuse pour moi, mais en même temps bien lourde, et qui me laissait le regret que les circonstances ne permissent pas de me donner des émules français.

Le voyage décidé, il me restait à arrêter le plan de mes observations, plan d'où découlait le choix des instruments, et à arrêter le lieu d'observation.

Ces deux points avaient une importance capitale.

Pour ce qui regarde le plan des études, je comprenais très bien que, venant après tant d'hommes habiles, je ne pouvais espérer résoudre le problème en ajoutant simplement aux nombreuses observations déjà faites quelques observations semblables. Il fallait méditer sur l'ensemble des faits acquis, fixer les points obscurs ou contradictoires et arrêter un ensemble d'observations rapides (la totalité ne devait durer, dans l'Inde, que deux minutes environ), qui vinssent rectifier ce qui était inexact, compléter ce qui était insuffisant, et constituer, avec les observations antérieures, un ensemble d'où se dégagerait la véritable nature du phénomène. Par exemple, je ne doutais pas, malgré tant d'observations contraires, que le spectre de la couronne ne fût réellement discontinu. J'étais persuadé qu'il devait présenter, comme caractère dominant, celui d'un spectre de gaz, et je voyais l'explication des apparences contraires dans la faiblesse de la lumière de la couronne, qui n'avait pas permis d'obtenir des spectres assez lumineux pour en discerner la véritable constitution.

Aussi, ma pensée fut-elle de porter tout d'abord mes efforts sur ce

point capital, nœud en quelque sorte de la question. Il s'agissait d'obtenir un spectre coronal beaucoup plus lumineux que ceux de mes prédécesseurs. Dans cette vue, je construisis un télescope tout spécial, ayant un miroir de 37 centimètres de diamètre et un foyer de 1^m43, qui donnait des spectres environ seize fois plus lumineux qu'une lunette astronomique ordinaire.

J'attachais aussi une grande importance à voir la couronne en même temps que j'en ferais l'étude analytique. Une disposition spéciale du chercheur me permit d'atteindre ce but.

Enfin, une lunette polarisante, placée sur le télescope, devait permettre de joindre les indications polariscopiques aux autres données, et de juger de leur accord.

Telles étaient mes dispositions instrumentales.

Quant au choix de la station, il avait une importance non moins grande. Au point où nous en sommes, nos études portent maintenant sur des phénomènes si délicats, qu'elles exigent un ciel d'une pureté pour ainsi dire absolue. Permettez-moi de vous dire, en peu de mots, comment j'ai cherché à réaliser cette seconde condition.

L'éclipse devait être totale dans le sud de l'Indoustan, à Ceylan, à Java, et en Australie. L'Australie était trop éloignée. Java devait subir, en décembre, la mousson pluvieuse. Restaient l'Inde et Ceylan, qui représentaient encore, pour la ligne de totalité, une grande étendue, et offraient des stations très diverses, parmi lesquelles il fallait bien choisir.

Pour faire ce choix, je résolus de ne pas m'en tenir aux indications générales que nous possédons en Europe sur le climat des Indes, mais de partir de bonne heure, de visiter toutes les stations et de me déterminer seulement d'après la vue des lieux et les renseignements recueillis aux sources elles-mêmes.

J'étais à Ceylan au commencement de novembre, près de six semaines avant le moment de l'éclipse, qui devait avoir lieu le 12 décembre. Dans cette île, j'ai été particulièrement assisté par les familles Layard et Ferguson, auxquelles j'adresse ici mes remercîments. Les renseignements recueillis sur le nord de l'île, où le phénomène devait avoir lieu, n'étaient pas aussi satisfaisants que possible, et on s'accordait à trouver de meilleures chances pour la côte Malabar.

Je quittai donc Ceylan pour cette côte, en doublant le cap Comorin. Chemin faisant, je fis quelques déterminations magnétiques, et j'eus la bonne fortune de trouver que l'équateur magnétique pour l'inclinaison passe maintenant tout près de Cochin. C'est à Tellichery, port anglais, situé près de la ligne de totalité et de notre colonie de Mahé,

que j'avais résolu de débarquer. J'y fus reçu par M. Baudry, négociant français, qui me donna en cette circonstance une gracieuse hospitalité et le plus actif concours. Mahé me fut très précieux. Notre gouverneur, M. Liotaut, me procura des interprètes parlant le français et les idiomes des régions que j'allais parcourir.

J'avais maintenant à choisir entre la côte proprement dite, la plaine et les stations des Ghates et des Neelgherries. L'éclipse approchait, je ne pouvais songer à séjourner dans chaque station pour en faire une étude suivie. Je pensai à utiliser le télégraphe et le chemin de fer (1), pour faire de ces stations une étude simultanée. M. Baudry, que j'avais mis au courant des observations à faire tous les matins, à l'heure de l'éclipse, sur la pureté du ciel à la côte, me les envoyait tous les jours télégraphiquement. J'avais une station semblable dans la plaine. Le bagage avait été conduit à Coïmbatoor (2), au centre de la voie ferrée, prêt à être conduit rapidement à la station choisie. Moi-même je visitais les Neelgherries, et, pour gagner du temps, je parcourais ces montagnes en utilisant les nuits (porté à bras d'homme). L'ensemble des renseignements ainsi recueillis indiquait une grande supériorité pour les Neelgherries. Une étude très attentive de ce massif montagneux me conduisit à placer ma station au N. O., où j'eus, en effet, un temps beaucoup plus beau que sur le Dodabetta, sommet dominant, où le colonel Tennaut et le lieutenant Herschel s'étaient établis.

C'est sur une montagne près de Shoolor, village indien, latitude 11° 25', 8, longitude E. de Paris 74° 22' 5, que j'établis mon observatoire. Les instruments furent amenés de Coïmbatoor (pied des Neelgherries) à Ootacamund (Neelgherries), sur des chars à bœufs.

D'Ootacamund à Shoolor, le pays ne présente plus que montagnes et forêts, sans routes carrossables; il fallut transporter les caisses à bras d'homme, ce qui présenta beaucoup de difficultés qui, heureusement, furent vaincues. Trois jours avant l'éclipse, l'observatoire était érigé, et les instruments en place et prêts pour l'observation.

L'OBSERVATION.

L'observation de Shoolor a été favorisée par un ciel d'une admirable pureté.

Ainsi que je l'ai déjà indiqué, mon plan était d'étudier la couronne au triple point de vue de sa figure, de son spectre, de ses phénomènes de polarisation.

(1) Il existe actuellement une voie ferrée de Madras à la côte Malabar. J'avais remarqué qu'elle suit à peu près la direction de la ligne de totalité.

(2) Je dois remercier ici Lord Napier et MM. Ellès de leur excellente hospitalité

J'étudie d'abord la couronne dans la lunette.

Le phénomène se montre dans toute sa splendeur. La forme générale est celle d'un carré curviligne centré sur le soleil et dont les contours sont irréguliers, mais assez nettement terminés. Dans sa plus grande épaisseur, la couronne s'étend à environ de quatorze à seize minutes du limbe lunaire, et à moitié seulement dans les portions les plus étroites. Aucune diagonale n'a la direction de l'équateur solaire. Tout autour du limbe de la lune, on voit comme des traînées de lumière qui vont se joindre vers les hautes parties de la couronne et qui donnent à l'ensemble du phénomène l'apparence d'une fleur lumineuse et gigantesque de dalhia, dont le disque noir de la lune occuperait le centre.

La couronne ne présente point de différences essentielles de structure au point de contact et au point opposé. Le mouvement de la lune ne paraît apporter aucun changement dans cette structure. Ces épreuves me donnent la conviction complète que la couronne est un objet réel, situé au delà de la lune, et dont celle-ci découvre les diverses parties par les progrès de son mouvement.

Ayant terminé cet examen, je reviens aux éléments lumineux du phénomène. Ma vue ayant encore toute sa sensibilité, je commence par l'examen du spectre des parties les plus hautes et les moins lumineuses de la couronne. Je place la fente du spectroscope à deux tiers de rayon environ du bord lunaire. Le spectre se montre beaucoup plus vif que je ne m'y attendais à cette grande distance, résultat qui tient évidemment au grand pouvoir lumineux de l'instrument et à l'ensemble des dispositions adoptées. Ce spectre n'est pas continu. J'y reconnais de suite les raies de l'hydrogène et la raie verte (dite 1474) (1). C'est un premier point très important. Je déplace la fente en restant toujours dans les hautes régions de la couronne. Les spectres présentent toujours la même constitution.

Partant d'une de ces positions, je descends peu à peu vers la chromosphère, examinant très attentivement les changements qui peuvent se produire. A mesure que j'approche de la lune, les spectres prennent plus de vivacité et paraissent s'enrichir, mais ils restent semblables à eux-mêmes comme constitution générale. Dans les hauteurs moyennes de la couronne, de trois à six minutes d'arc, la raie obscure D se perçoit, ainsi que quelques lignes obscures, dans le vert, mais celles-ci sont à la limite de visibilité. Cette observation prouve la présence, dans la couronne, de la lumière solaire réfléchie;

(1) Mon spectroscope portait une échelle très précise, mais on va voir comment je me suis servi ensuite des raies mêmes d'une protubérance, comme échelle de comparaison.

mais on sent que cette lumière est noyée dans une émission lumineuse étrangère abondante.

J'aborde alors l'observation très importante qui doit me donner les rapports spectraux entre la couronne et les protubérances. La fente est placée de manière à couper une portion de la lune, une protubérance et toute la hauteur de la couronne.

Le spectre de la lune est excessivement pâle, il paraît dû principalement à l'illumination atmosphérique et donne une mesure précieuse de la faible part que notre atmosphère peut prendre dans les phénomènes de la couronne.

La protubérance donne un spectre très riche et d'une grande intensité; je n'ai point le temps d'en faire une étude détaillée. Le point capital, ici, est de constater que les principales raies de la protubérance se prolongent dans toute la hauteur de la couronne, ce qui démontre péremptoirement l'existence de l'hydrogène dans celle-ci.

La raie verte (dite 1474), si vive dans le spectre de la couronne, paraît s'interrompre dans le spectre de la protubérance (résultat très remarquable). Je donne encore quelques instants pour bien constater la correspondance exacte des raies de l'hydrogène dans les protubérances. Il ne me reste alors que quelques secondes pour l'étude polariscopique (1). La couronne présente les caractères de la polarisation radiale, et, ce qu'il faut bien remarquer, le maximum d'effet ne s'observe pas à la base du limbe lunaire, mais à quelques minutes de son bord (2).

J'avais à peine terminé cette rapide constatation, que le soleil réapparaissait.

DISCUSSION.

Figure de la couronne. — Nous avons vu que, dès le début de la totalité, la figure de la couronne était telle qu'elle est restée pendant la durée de l'éclipse.

Ce fait est inconciliable avec l'hypothèse d'une origine diffractive. Une couronne de diffraction prendrait des aspects incessamment variables, pendant la durée de la totalité, à cause du mouvement de la lune. (Cette considération est développée dans le Mémoire, *Annales de physique et de chimie*, 1873.)

(1) Pour étudier la polarisation, j'avais une excellente lunette munie d'un bi-quartz, construite très habilement par M. Praymowski. Cette lunette, placée sur le télescope et mise en accord avec lui, pouvait être consultée en un instant.

(2) M. Praymowski a signalé ce fait dans ses excellentes observations polariscopiques de l'éclipse du 17 juillet 1860.

L'hypothèse d'une couronne produite dans une atmosphère lunaire est également inadmissible.

Notre atmosphère ne peut être que cause modificatrice et non productrice.

Analyse spectrale. — Le spectre de la couronne n'est pas continu; il présente, au contraire, les caractères d'un spectre de gaz (émissifs et réfléchissants). Ainsi se trouve tout d'abord écartée l'une des plus grandes difficultés de la question. Ce spectre présente les raies de l'hydrogène (et d'autres, notamment 1474), se détachant en brillant. Cette lumière ne peut provenir du soleil; elle donnerait le spectre solaire avec les raies noires; elle est donc émise directement; la couronne contient donc de l'hydrogène incandescent.

Mais, en outre, le spectre coronal nous accuse la présence de la lumière solaire réfléchie (raie D et quelques autres).

Ce second résultat est très important: il montre la double origine de la lumière coronale, il explique des observations de polarisation qui paraissaient inconciliables, enfin il fait comprendre comment la lumière solaire formant en quelque sorte le fond du spectre de la couronne, on a pu croire ce spectre continu, circonstance qui a été jusqu'ici le plus grand obstacle qui s'opposait à ce qu'on considérât la couronne comme étant de nature entièrement gazeuse.

Polarisation. — La couronne présente, comme effet dominant, la polarisation radiale, observation qui vient corroborer celle des lignes fraunhoférienes. De plus, le maximum de polarisation se remarque à quelques minutes du bord solaire, là où l'émission, par sa vivacité, ne masque plus la réflexion. Il y a donc accord complet entre les deux ordres de phénomènes.

Le phénomène de la couronne est donc dû, pour la très majeure partie, à la présence, autour du soleil, d'une enveloppe gazeuse, dont l'hydrogène forme la base. Je propose de nommer ce milieu: *enveloppe* ou *atmosphère coronale.*

La densité de l'atmosphère coronale doit être excessivement faible. (Faits d'analyse spectrale et passages de comètes à quelques minutes du soleil.)

En résumé, j'ai pu constater à Shoolor, par des observations certaines et concordantes, que la couronne solaire présente les caractères optiques du gaz hydrogène incandescent, que ce milieu très rare, et de densité très inégale suivant ses parties, s'étend à des distances très variables du soleil, depuis un demi-rayon jusqu'au double en certains points (ce qui donne des hauteurs de 80 à 160,000 lieues de quatre kilomètres, mais la hauteur de la couronne doit être incessamment variable).

Ce résultat semble faire faire un pas considérable au problème général de la couronne. Si nos émules étrangers n'ont pas obtenu des résultats aussi décisifs (1) que ceux de la mission française, je crois qu'il faut l'attribuer à la pureté tout exceptionnelle du ciel, à la station que j'avais choisie avec tant de soins, et aussi à l'ensemble des dispositions optiques, qui ont donné au phénomène lumineux, qu'il s'agissait de saisir, une puissance exceptionnelle.

SÉANCE GÉNÉRALE

du 11 Septembre 1872.

Présidence de M. MARIUS FAGET.

M. de Quatrefages, Président du Congrès, prie M. Marius Faget, adjoint au Maire de Bordeaux, d'accepter la présidence de la séance.

M. de Quatrefages, Président du Congrès, donne lecture du télégramme suivant, envoyé par le Congrès des naturalistes de Moscou :

« BORDEAUX. — ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES.

» *A M. le Président Claude Bernard.*

» Les naturalistes russes, rassemblés à Moscou, à l'Exposition polytechnique, pour assister aux solennités de la célébration du jubilé biséculaire de Pierre le Grand, dont le génie a rapproché la Russie de l'Europe occidentale et a créé des intérêts scientifiques et intellectuels communs entre les limites de l'Europe orientale et l'Europe occidentale, présentent leur cordial salut aux savants de la France réunis à Bordeaux. Le degré élevé que les sciences ont atteint en France est la plus belle conquête de l'humanité. Puisse-t-elle prospérer et contribuer au bien-être général et aux liens internationaux, scientifiques, humanitaires !

» *Ont signé :* SCHROSWKI, DAWIDOFF, ARCHIPOW, STIFFEL, STANGER, OWSIANIKOW, MENDELELEEW, MORKOWNIMOFF, BOGDANOW, NAUMOW, VILKINS, FRÉDUCHENKO. »

Le Conseil a immédiatement répondu en ces termes :

« *Le Conseil de l'Association française pour l'avancement des sciences aux naturalistes russes réunis à Moscou, salut cordial.*

» Votre télégramme vient d'être lu en séance aux applaudissements de toute l'assistance. L'Association française est fière de votre sympathique

(1) M. Respighi a fait, à Poodoötcotah, des observations purement spectroscopiques, mais fort belles, qui confirment les miennes; seulement il a trouvé une hauteur de couronne beaucoup plus petite, ce qui paraît tenir au pouvoir lumineux moins grand de son instrument.

témoignage, qui est pour elle un appui et un encouragement. Elle vous remercie donc au nom de la science, que nous aimons tous et que nous voulons servir chacun dans sa sphère, chacun dans son pays, car c'est une œuvre de civilisation générale que nous poursuivons avec vous.

» *Ont signé :* A. DE QUATREFAGES, président; FAGET, adjoint du maire de Bordeaux; AD. WURTZ, P. BROCA, CORNU, GARIEL, MASSON. »

MM. le Dr Le Fort, capitaine Perrier et Alexandre Léon ont pris successivement la parole dans cette séance, et ont présenté les communications suivantes :

M. Léon LE FORT,

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

Réforme de notre Chirurgie militaire.

Bien qu'elle eût vu deux fois au début de ce siècle son territoire envahi par l'ennemi, bien qu'elle eût connu deux fois les douleurs de la défaite et de l'invasion, on pouvait, jusqu'en 1870, dire que la France n'avait point connu dans toute leur étendue, sauf toutefois dans la courte campagne de 1814, les malheurs que la guerre entraîne avec elle. En effet, lorsque plus de vingt ans de luttes eurent lassé la victoire, lorsque la fortune, jusque-là fidèle, eut trahi nos armes, ce fut hors de France, sur le champ de bataille de Waterloo, sous les neiges de la Russie et dans les plaines de Leipzig, plutôt que dans celles de la Champagne et sous les murs de Paris, que se décida le sort du pays. C'est sur le sol étranger : en Belgique, en Allemagne, en Italie, en Espagne, en Crimée; c'est au delà des mers, c'est sous d'autres continents : en Égypte, en Syrie, en Afrique, en Chine, au Mexique, que les soldats de la monarchie, de la république et des deux empires, irresponsables des desseins politiques, portèrent presque toujours avec succès, mais toujours avec honneur, un drapeau dont la couleur, dont les emblèmes purent varier, mais pour la défense duquel ils furent toujours prêts à donner leur sang, à sacrifier leur vie, car il n'en était pas moins pour eux comme pour l'ennemi le drapeau de la France. Ceux-là seuls qui pleuraient un fils, un époux, un père, savaient de quel prix se paie même la victoire; les autres pouvaient, sans que rien l'assombrît, se livrer à la joie que donnent légitimement le bonheur et la gloire de la patrie.

Aujourd'hui il n'en est plus de même; c'est pendant de longs mois, c'est sur son propre territoire que la France a connu tout à la fois les

douleurs de la défaite, les malheurs, les misères et les désastres inséparables de la lutte; beaucoup ont eu sous les yeux le spectacle lugubre des champs de bataille; beaucoup ont pu voir les longs convois de blessés errant dans les campagnes dévastées, et il est peu de nos concitoyens qui n'aient eu l'occasion de prodiguer leurs soins à de malheureux soldats, au-devant desquels les portait un sentiment de douloureuse sympathie. On ne saurait donc s'étonner si l'opinion publique, en France, se préoccupe aujourd'hui à un haut degré de tout ce qui peut contribuer au soulagement des blessés, de tout ce qui a rapport à la chirurgie d'armée.

Cette préoccupation n'est malheureusement que trop justifiée, et si nos malheurs ont montré la nécessité de réformes nombreuses de notre système militaire, il n'était pas besoin des derniers événements pour montrer combien l'organisation de notre chirurgie d'armée était défectueuse, car les campagnes de Crimée et d'Italie avaient déjà mis hors de toute contestation la nécessité de sa transformation.

Faute d'un service spécial fonctionnant pendant le combat, le blessé reste de longues heures sur le champ de bataille sans être relevé. Transporté à l'ambulance, il n'y trouve que des secours précaires malgré l'infatigable dévouement de nos chirurgiens militaires. Les ambulances en trop petit nombre, trop souvent dépourvues des choses indispensables, ne tardent pas à s'encombrer outre mesure, et lorsque la nécessité force, comme toujours, à évacuer les blessés les moins graves pour faire face aux nécessités créées par de nouveaux combats, on constate avec douleur et avec étonnement qu'il n'existe dans notre armée aucun service d'arrière-ligne; là tout est à créer sur place, tout est abandonné au hasard. Pour transporter les blessés on met en réquisition les charriots du pays, charriots presque toujours non suspendus, et l'on accumule ces blessés dans les villes voisines, dont on transforme en hôpitaux presque tous les édifices publics. Puis, lorsque l'encombrement fait là aussi sentir ses ravages, lorsqu'il se traduit par l'apparition d'épidémies et par une excessive mortalité, on impose au blessé de nouveaux transports, de nouveaux supplices, de nouveaux dangers. Mais ce n'est pas tout encore. Le nombre des médecins, insuffisant déjà dans les ambulances au début de la guerre, ne peut suffire à l'aggravation des besoins. On réclame alors, quand on le peut, le concours des médecins civils des pays où l'on fait la guerre, comme cela s'est fait en Italie; mais par ce recrutement fait à la hâte on abandonne un peu au hasard la vie si précieuse de nos soldats.

Tel est, à grands traits, le sombre mais fidèle tableau de ce qui existe dans la chirurgie militaire française, de ce que j'ai pu observer en 1859 en Italie, en 1870 à Metz et sur la Loire.

Une pareille organisation ne peut donner que des résultats désastreux, car la mortalité des blessés, et surtout la mortalité plus exactement comparable des amputés, est en rapport avec l'organisation bonne, médiocre ou défectueuse des secours qui leur sont donnés. Rien n'est plus instructif, sous ce rapport, que le rapprochement des résultats obtenus dans les guerres de Crimée, d'Italie et dans la guerre de la Sécession. Mais, pour ne pas vous fatiguer par l'énumération aride de chiffres, je borne ma comparaison à quelques amputations. En Crimée, les armées anglaise et française se trouvent exposées aux mêmes besoins, aux mêmes vicissitudes atmosphériques, et cependant quelle différence dans la mortalité des opérés ! Les Anglais perdent 24 pour 100 de leurs amputés du bras, nous en perdons plus du double, 55 sur 100 ; il en est de même pour l'amputation de la jambe : 35 contre 71 pour 100; et si, sur 100 amputés de cuisse il en succombe dans les ambulances anglaises 64, il en meurt dans les nôtres 91. La différence reste la même si nous prenons la totalité des amputations, car nous nous trouvons en présence des chiffres suivants :

Guerre d'Amérique, armée fédérale, 40 pour 100 de mortalité. — Guerre de Crimée, armée anglaise, 33 pour 100. — Guerre de Crimée, armée française, 72 pour 100. — Guerre d'Italie, armée française, 63 pour 100.

Ainsi, en Italie même, en pays ami, au milieu des ressources de toute espèce, pendant l'été et sous un des plus beaux ciels de l'Europe, à six heures de nos frontières, dans une campagne où nous fûmes toujours victorieux et qui ne dura que deux mois, la mortalité générale après les amputations fut encore de 63 pour 100; quand les Anglais, dans ce champ de mort de la Crimée, n'en perdirent que 33 pour 100; quand les Américains, dans leur lutte gigantesque à travers un territoire dévasté par la guerre, n'en perdirent que 40 pour 100. A quelle cause peut-on attribuer cette différence désastreuse?

Avant de rechercher ces causes, avant de pousser plus loin cette étude, permettez-moi d'ouvrir une courte parenthèse.

L'ordonnance de 1832, qui règle l'organisation de la chirurgie militaire française, avait servi de base à l'organisation de la chirurgie de la plupart des armées européennes; mais tandis que nous nous immobilisions dans l'imperfection, tandis que celui qui porte aujourd'hui si justement la responsabilité de nos désastres restait sourd à cette voix de l'expérience, qui, cependant, avait si énergiquement parlé en Crimée et en Italie, la Prusse profitait de nos fautes pour améliorer l'organisation de son armée. En 1855, elle établissait sur de nouvelles bases son service médical; puis, éclairée par les faits qui

s'étaient passés en Italie, elle modifiait en 1863 son organisation, et l'expérience de la guerre de Bohême amenait en 1868 de nouvelles et importantes réformes. Quant à l'Autriche, éclairée par le désastre de 1866, elle n'hésitait pas à faire subir en 1870 à sa chirurgie d'armée, réorganisée en 1864, une nouvelle transformation, en prenant cette fois pour base et pour modèle l'organisation prussienne.

Ces réformes, je les ai étudiées en 1864, pendant la guerre du Schleswig, dans les armées autrichienne, prussienne et danoise, et pendant la paix, à Berlin, à Vienne, à Saint-Pétersbourg. Ce sont des réformes semblables que je veux obtenir pour mon pays; mais je ne puis atteindre mon but qu'en mettant surtout en lumière ce qui, dans notre organisation, est défectueux ou mauvais, tandis que pour ce qui regarde l'étranger je n'ai à montrer que ce qui est bon et utile, que ce que nous pourrions ou devrions nous approprier. J'ai donc à faire, Messieurs, non seulement la critique de la France, mais aussi l'éloge de l'étranger, que dis-je, l'éloge de l'ennemi, ou du moins de son organisation militaire. Mon rôle est donc à la fois difficile, pénible et dangereux. Mais devant vous, Messieurs, le danger est conjuré, et vous ne verrez dans ces critiques, dans ces éloges dont mon cœur voudrait intervertir la répartition, que le désir ardent d'être utile à mon pays, qu'un acte de sincère et vrai patriotisme.

On pourrait se demander si cette différence dans les résultats ne tiendrait pas à l'infériorité scientifique de nos médecins militaires? La réponse est facile. Je ne suis point suspect de flatterie : or, j'ai vu à l'œuvre dans les ambulances ou dans les hôpitaux les chirurgiens militaires anglais, prussiens, autrichiens, italiens et russes, et je ne crois pas qu'on puisse trouver nulle part un corps de santé militaire qui, pour la valeur scientifique, pour l'étendue des connaissances cliniques, puisse être comparé à notre chirurgie d'armée, à celle qui constitue le service hospitalier.

Mais, si nos médecins ne manquent ni de connaissances, ni de dévouement, il y a dans notre armée insuffisance dans le nombre des médecins. L'armée française en Crimée comptait 78 médecins, elle en possédait en Italie 132; or, savez-vous quel était le chiffre des médecins militaires attachés à l'armée prussienne pendant la guerre de Bohême? 1953. En 1868, le nombre des médecins jugés nécessaires au service de la Confédération du Nord, en temps de guerre, c'est-à-dire de la Prusse augmentée de la Saxe, de la Hesse et du Hanovre, était évalué à 3,292. L'armée allemande en comptait en 1870 environ 5,000. C'est à peu près le chiffre qu'il nous faut obtenir.

Le chiffre total de nos médecins militaires est de 1,020, comment combler cet énorme déficit? La difficulté n'est pas aussi grande qu'on

pourrait le croire tout d'abord. Il faut dans la chirurgie militaire, pour en constituer les cadres, des médecins en service actif et permanent. La Prusse, au 1er janvier 1868, n'en comptait que 971, nous en possédons 1,020, et ce chiffre s'augmenterait facilement si l'autonomie donnée au corps de santé militaire faisait à nos collègues de l'armée la situation qu'ils méritent. Là n'est point la difficulté. Ce qu'il faut créer c'est le service auxiliaire, c'est une réserve venant, en temps de guerre, fournir au service de santé le contingent qui lui manque. La nouvelle loi militaire, malgré ses défectuosités, nous en laisse encore le moyen, et il serait à désirer que les jeunes docteurs soumis au service obligatoire fussent, au moment où ils terminent leurs études, attachés pendant six mois à un de nos grands hôpitaux militaires, et pendant six mois à un régiment comme médecins volontaires d'un an. Quant aux médecins non soumis à la loi militaire, il leur est toujours possible de s'engager pour la durée de la guerre. Toutefois il est une institution particulière à la Prusse, et qu'il serait désirable de voir adoptée par la France, c'est celle des médecins consultants. En temps de guerre, les illustrations de la médecine et de la chirurgie, un certain nombre de professeurs des Facultés de médecine figurent dans l'armée avec le titre de médecins consultants. Leur rôle, en rapport avec leur aptitude, n'est que scientifique; ils aident de leurs conseils les médecins de l'armée qui les appellent en consultation dans les cas difficiles, veillent au collationnement des observations, des pièces anatomiques, etc. Cette institution, qui a pour elle l'expérience des guerres de 1866 et 1870, a rendu les plus grands services.

Mais il est une cause générale et puissante, commune à la chirurgie militaire et à la chirurgie civile hospitalière, qui, mieux encore que l'insuffisance du nombre des chirurgiens, peut rendre compte de cette infériorité des résultats : c'est l'impuissance dans laquelle se trouve trop souvent le médecin français de placer ses malades dans les conditions nécessaires à leur guérison, c'est l'impuissance d'éloigner d'eux tout ce qui peut contribuer à aggraver leur état; et cette impuissance tient surtout à ce que ce médecin ne jouit pas de la plénitude de son action et à ce que, dans l'armée comme dans les hôpitaux civils, l'élément administratif prime, sans raison aucune, alors qu'il s'agit des choses de la médecine, l'élément médical.

Donner à la médecine militaire l'autonomie qui lui manque, cette autonomie que possèdent les corps spéciaux comme le génie et l'artillerie, que possède, en France, le corps de santé de la marine, que possède aujourd'hui la médecine militaire dans les armées autrichienne, prussienne, anglaise, russe, américaine, et dont plus

que partout ailleurs elle est si digne en France; donner aux médecins non pas seulement le droit si souvent illusoire de donner à l'administration militaire des conseils qu'elle peut, du reste, ne pas lui demander, dont elle peut aussi ne pas apprécier la portée et l'importance; lui donner le droit de prescrire, de faire exécuter les mesures sanitaires qui peuvent sauvegarder la vie de nos soldats : telle est la principale réforme à accomplir.

Un exemple, que j'emprunte au rapport de M. le docteur Chenu, vous en fera saisir toute l'importance.

Pendant le premier hiver passé devant Sébastopol, l'armée française trouvait dans ses approvisionnements antérieurs à la guerre des ressources qui manquaient à nos alliés d'alors ; l'armée anglaise, prise au dépourvu, souffrait davantage, et le chiffre de sa mortalité devait, en s'élevant, témoigner de ces souffrances. En effet, de novembre 1854 à avril 1855, dans une période de six mois, elle perd 10,889 hommes, et l'armée française un nombre à peu près égal, 10,934; mais comme l'effectif moyen de l'armée anglaise (31,800) était de plus de moitié moins fort que l'effectif de l'armée française, (79,000), on voit que les pertes de cette armée furent plus du double des nôtres.

Mais, en Angleterre, ce fâcheux état de choses fut immédiatement signalé; l'opinion publique s'émut, et le gouvernement donna toute latitude au corps médical pour arrêter le mal et en prévenir le retour. En effet, si le fort Malakoff avait été pris au mois de septembre, les forts du Nord résistaient encore, la paix n'était pas faite et il fallait s'attendre à un hivernage. Miss Nightingale partit pour la Crimée, des baraques furent construites, des vêtements chauds furent donnés aux soldats; on accumula les provisions, les conserves de toute nature, et l'armée anglaise chaudement logée, bien vêtue, bien nourrie, passa l'hiver à l'abri de ces causes de mort qui, l'année précédente, avaient si puissamment agi sur elle.

Il n'en fut pas de même pour notre armée; malgré les avertissements réitérés de Scrive et de Michel Lévy, l'administration française ne veut pas comprendre qu'elle n'a plus à diriger une armée fraîchement débarquée, ayant en quelque sorte apporté avec elle une provision de santé, mais des hommes affaiblis par les privations, par les fatigues d'un siége. Dans ses lettres aujourd'hui publiées, Michel Lévy réclame la construction de baraquements, prévoit, signale le danger; sa voix n'est point écoutée, et alors, dans ces six mois d'hiver 1855-1856, alors qu'il n'y a plus guère d'hostilités, alors que les Anglais ont seulement en six mois 165 blessés, et les Français 323, l'armée anglaise, grâce aux précautions prises, n'a que peu de

malades et ne perd que 606 hommes; l'armée française voit éclater au milieu d'elle le typhus, qu'on eût pu éviter, et perd par les maladies seules 21,190 hommes! Voilà ce que peut l'oubli des règles d'hygiène, voilà le désastre qu'on eût pu éviter, si le corps médical, libre en France comme il l'est dans les armées anglaise, prussienne, autrichienne et russe, avait pu, comme le réclamait si vivement Michel Lévy, obéir aux injonctions de la science et prendre contre la maladie les mesures préventives que lui enseignait l'expérience.

Le service médical en temps de guerre doit faire face à des besoins toujours nombreux, mais qui au jour d'une bataille atteignent de formidables proportions. Il faut même, pendant la lutte, relever les blessés et les porter hors de l'atteinte des projectiles, examiner soigneusement toutes les plaies, pratiquer les opérations urgentes, appliquer des appareils provisoires qui permettront le transport du blessé jusqu'au lieu où il recevra des soins définitifs. Les ambulances de première ligne ont pour caractère principal d'être mobiles et de se déplacer suivant les vicissitudes de la bataille. Plus en arrière, à quelques kilomètres du lieu de combat, sont établis des hôpitaux temporaires où le blessé reçoit une hospitalisation passagère. Ces ambulances, ces hôpitaux provisoires, seraient bientôt encombrés si l'on n'évacuait sur les hôpitaux fixes des villes les plus voisines la plupart des blessés et même jusque dans la mère-patrie les convalescents incapables de reprendre du service pendant la durée de la campagne et les blessés pouvant supporter sans danger un assez long voyage.

Le but à atteindre, les difficultés à surmonter étant les mêmes pour toutes les armées, on conçoit qu'il y ait une sorte de conformité dans le plan général d'organisation; mais quand on entre dans le détail de la pratique, on constate de grandes différences dans la composition, la répartition et le fonctionnement des groupes qui constituent le service de santé.

La première tâche à remplir consiste à relever le blessé et à le conduire à l'ambulance, où il doit recevoir des soins. L'ambulance, que nous pourrons appeler la place de pansement, est toujours plus ou moins éloignée du lieu même de la lutte; aussi, à un endroit intermédiaire, le plus souvent sur le bord d'un chemin, d'une route, s'établit ce qu'on pourrait appeler, ce qu'on appelle à l'étranger une place de secours; elle est située le plus souvent à l'extrême limite du point où, par la disposition du terrain, peuvent arriver les voitures d'ambulance, les cacolets et les litières, et où se rassemblent les blessés du régiment ou des régiments qui combattent à peu de distance. En France, il y a en général une ambulance par division. Le

blessé relevé pendant la bataille, ou celui qui peut marcher, a donc, depuis l'endroit où il a été frappé jusqu'au point où il recevra des secours chirurgicaux, deux étapes à parcourir : la première pour atteindre d'abord le point de rassemblement des moyens de transport ou place de secours, la seconde pour atteindre l'ambulance ou la place de pansement. La principale difficulté est, on le comprend facilement, de faire accomplir au blessé la première partie du trajet, de l'amener à la place de secours.

Or, je regrette de le dire, cette partie du service, qui, en France, échappe complètement à l'autorité du médecin, est, dans notre armée, déplorablement organisée. Le soin de relever les blessés est laissé à quelques soldats du train conduisant des mulets chargés de cacolets. Rien n'est admirable comme le courage tranquille de ces hommes qui n'ont point, pour les exciter, l'entraînement de la lutte. Mais le mulet ne peut aller jusqu'à l'endroit même où est tombé le blessé lorsque celui-ci tombe dans le rang, et si la blessure est de telle nature que la marche soit impossible, le soldat blessé reste jusque après la bataille au point où il est tombé, à moins qu'une marche en avant, en déplaçant le lieu de la lutte, permette au soldat du train d'arriver jusqu'à lui. Pendant la campagne d'Italie, on a cru pouvoir confier ce service aux musiciens de régiment; mais, outre que ces hommes sont en nombre insuffisant, ils n'ont aucune aptitude pour ce service, et malgré leur incontestable dévouement, nous pouvons en dire autant des soldats du train. C'est chose plus délicate qu'on ne pense de relever un blessé. Percy, Larrey, avaient voulu organiser un corps spécial de brancardiers; mais ils ont échoué devant une objection dont j'examinerai plus loin la valeur. Ce que Percy et Larrey n'avaient pu réaliser, ce que réclament vainement nos chirurgiens militaires, existe et fonctionne avec grand avantage dans les armées autrichienne et prussienne. Il existe, dans ces armées, deux corps de brancardiers : les infirmiers brancardiers et les soldats brancardiers ou brancardiers de renfort *(Hülfs-Krankenträger)*. Je dirai peu de chose des premiers, qui, sauf le nombre, se rapprochent de nos infirmiers (dits d'exploitation) et qui ne fonctionnent guère que de la place de secours à la place de pansement.

Les soldats brancardiers ou brancardiers de renfort ne forment pas un corps spécial et permanent. Dans chaque compagnie d'infanterie, quatre soldats sont d'avance désignés pour relever les blessés; on les choisit, comme le voulait Larrey, parmi les plus braves, car il faut un véritable courage pour remplir, absolument sous le feu de l'ennemi, une mission qui réclame du calme et du sang-froid. Ils portent l'uniforme de leur régiment, et rien ne les distinguerait de

leurs camarades, s'ils ne portaient au bras gauche un brassard qui indique leur fonction, brassard jadis de couleur jaune, mais qui est aujourd'hui celui de la convention de Genève. Au moment où la bataille va s'engager, et sur l'ordre du chef de corps, ils sortent des rangs, déposent dans la voiture d'ambulance attachée au service de chaque bataillon leur sac et leur fusil, y prennent les brancards et les attelles et se réunissent derrière leur bataillon respectif en groupes de trois hommes. Deux portent un brancard, le troisième des attelles; tous ont une sacoche renfermant des objets de pansement et une gourde spéciale pour désaltérer le blessé. Au fur et à mesure qu'un soldat est frappé, ils lui indiquent, s'il peut marcher, l'endroit où est installée la place de secours, et ils y transportent sur leur brancard ceux qui ne peuvent se soutenir. Arrivés à la place de secours, ils laissent le blessé aux mains des infirmiers brancardiers, qui le transportent à la place de pansement, et retournent au feu continuer leur dangereux mais si utile service.

Pourquoi n'avons-nous pas adopté une organisation dont l'invention est toute française? C'est qu'on a fait cette objection : que pendant la bataille il faut vaincre, que pour cela il faut des hommes et ne pas multiplier les non-valeurs. Eh bien! je dois le dire, cette objection n'a qu'une valeur théorique, et, dans la pratique, elle n'est pas soutenable.

Aujourd'hui, faute d'un personnel spécial, le soldat ne peut être relevé que par ses camarades, et ceux-ci, poussés par le dévouement, mais stimulés aussi par ce sentiment de conservation dont personne n'est exempt, s'empressent de venir à son secours. L'un saisit le corps, l'autre les jambes, un troisième soutient la tête, d'autres suivent avec le sac et le fusil, et il n'est pas rare de voir quatre ou cinq soldats accompagner un blessé qui pourrait parfaitement marcher et se rendre seul à l'ambulance. Or, il est bien difficile de revenir de sang-froid prendre place dans le rang, quand on a pu s'éloigner de l'atteinte des balles, et l'on peut dire que l'effectif des compagnies est bien autrement diminué, par cette absence d'organisation, qu'il ne le serait par la création des soldats brancardiers.

Disons enfin que, même en réduisant à sa juste valeur le roman de Solférino publié par M. Dunant, il n'est pas rare de voir, dans notre armée, des blessés rester plus de vingt-quatre heures sur le champ de bataille; lorsque au contraire, quelques heures après Borny, je parcourus le terrain de la lutte et visitai ensuite les ambulances prussiennes pour y réclamer nos blessés qui, du reste, nous furent tous rendus, je pus constater que tous étaient déjà relevés et avaient reçu, dans les ambulances ennemies, les soins que réclamait leur état.

Le matériel consacré en France à cette partie du service sanitaire est des plus défectueux. Le cacolet est un détestable moyen de transport. Les mouvements du mulet impriment au blessé, assis dans l'espèce de fauteuil formé par le cacolet, des secousses qui retentissent douloureusement dans la blessure, et s'il est couché sur une des deux litières que porte l'animal, il éprouve, outre les secousses, des oscillations semblables à celles que procure le tangage d'un navire pendant une tempête. Le mulet a pu être un bon moyen de transport dans les pays où, comme en Algérie à l'époque de la conquête, il n'existait pas de routes carrossables ; en Europe, sauf dans les guerres ayant pour théâtre des pays de montagne, l'emploi du mulet portant des litières et des cacolets n'a d'autre raison d'être que la routine, et pour relever le blessé sur le champ de bataille, pour l'amener au travers des terres cultivées et d'obstacles de toute nature, il n'y a d'autre moyen de transport acceptable que le brancard.

Pour ce qui concerne le brancard, je serai bref ; car, sur ce point, nous sommes loin d'avoir rien à emprunter aux autres. Le modèle employé dans notre armée pendant la campagne de 1870 est bien supérieur à tous les autres au point de vue de sa légèreté, de sa solidité et de la réductibilité de son volume.

Quelque bien organisé que puisse être le service de l'enlèvement des blessés, il arrive fatalement que beaucoup d'entre eux ne peuvent être ni relevés, ni secourus aussitôt après qu'ils ont été blessés, et, faute de soins donnés en temps utile, une hémorrhagie, qui eût été facilement arrêtée par un simple pansement, peut devenir sérieuse ou mortelle. Il serait donc à désirer que chaque soldat pût avoir sur lui le moyen d'arrêter l'écoulement du sang, de se faire ou de faire faire par un camarade un pansement provisoire. En 1864, un industriel français, M. Sadon, nous en fournit les moyens en inventant et en fabricant un pansement rendu hémostatique par l'adjonction d'un morceau de toile imprégnée de perchlorure de fer. L'administration de la guerre repoussa l'invention de notre compatriote ; les Prussiens, au contraire, s'emparèrent de l'idée, et, en vertu de l'article 3 de l'ordonnance de 1869 sur le service de santé, chaque soldat prussien porte, dans la poche gauche de son pantalon, une cartouche à pansement renfermant une bande, de la charpie et un peu de linge. Les cavaliers portent ce pansement dans la poche de la tunique. Pour les uhlans, elle doit être cousue à l'intérieur de l'habit, au niveau du plastron.

Il est une autre mesure ne concernant, cette fois, que les malheureux tués sur le champ de bataille ou succombant à leurs blessures, mais qui n'en a pas moins une extrême importance.

Pendant la guerre de la Sécession, chaque soldat de l'armée des États-Unis portait au cou une carte de parchemin indiquant son identité et l'endroit où l'on devait faire parvenir la nouvelle de sa mort. Dans l'armée prussienne, la carte est remplacée par un petit carré de ferblanc. Si le blessé porté à l'ambulance est privé de sa connaissance et s'il meurt sans l'avoir recouvrée, ou lorsque, après une bataille, il faut procéder à l'enterrement des morts, on détache ces fiches individuelles, on les rassemble et l'on établit ainsi très facilement et très sûrement l'identité de chaque cadavre. Cette mesure de précaution a été, comme tant d'autres, repoussée et négligée en France; or, lorsqu'on se trouve, comme je l'ai été après Borny, chargé de diriger cet attristant service et que l'on constate que les morts ont été dévalisés, que les sacs ont été vidés, que les livrets ont été enlevés ou dispersés par ces pillards qui suivent toutes les armées et surtout, cela est triste à dire, par les gens du pays, on ne peut établir les bulletins nominatifs des pertes et les fiches d'état civil. Combien de mères, de veuves, sont aujourd'hui encore dans les plus cruelles incertitudes sur le sort de leurs fils ou de leurs maris et ne peuvent régulariser leur position, par ce seul fait que l'absence de tout document n'a pas permis de faire ce qu'on fait si facilement en Prusse avec le petit carré de ferblanc !

Il est, enfin, une dernière précaution en rapport direct avec l'organisation des services chirurgicaux et que nous devons, cette fois encore, emprunter à la Prusse : le soldat blessé sur le champ de bataille, transporté à l'ambulance divisionnaire, puis à l'ambulance du quartier général, évacué sur des hôpitaux plus ou moins éloignés, est exposé à deux inconvénients sérieux, mais tout à fait contradictoires. Les différents médecins entre les mains desquels il passe successivement défont le pansement, réexaminent la blessure et, par un motif louable, imposent au malade un accroissement de douleurs, ou en déplaçant une fracture déjà réduite, en ramenant une hémorrhagie, l'exposent à un surcroît de danger. D'autres fois, au contraire, le pansement qui, à l'extérieur, paraît intact, reste plusieurs jours sans être renouvelé. En vertu de l'article 16 de l'instruction sur le service en campagne, les médecins prussiens ont un carnet imprimé dont ils détachent un feuillet qu'ils attachent sur la poitrine du malade qu'ils ont examiné ou pansé, et ils inscrivent sur ce feuillet le diagnostic de la blessure, la date et la nature de l'opération pratiquée, l'époque probable où le pansement devra être renouvelé et le degré de transportabilité du blessé. C'est encore là un exemple à suivre.

Relevé plus ou moins rapidement sur le champ de bataille, trans-

porté à la place de secours et, de là, à la place de pansement ou ambulance divisionnaire, où il reçoit des soins et subit les opérations urgentes, le blessé est amené plus tard à l'ambulance du quartier général du corps d'armée. Je ne puis, ici, entrer dans le détail, montrer l'utilité qu'il y aurait à créer, en France, ce que les Autrichiens et les Prussiens appellent les compagnies de santé; je me borne à dire que, tandis que nous n'avons qu'une seule ambulance de corps d'armée, les Autrichiens en ont trois et les Prussiens douze; que là où notre service médical ne comprend que dix médecins, l'armée prussienne en compte soixante. J'ai hâte d'arriver à un point plus important : le service d'arrière-ligne.

Ce service n'existe en aucune façon dans notre organisation militaire. Après l'ambulance du quartier général, il n'y a plus rien et tout est livré au hasard. Les Autrichiens ont à l'arrière de l'armée des hôpitaux de réserve, qui suivent l'armée dans ses mouvements, marchent avec elle et viennent, lorsque l'armée marche en avant, prendre la place des ambulances ayant fonctionné dans les premières batailles. Les Prussiens ont tout un service intermédiaire d'une importance considérable, et qu'on appelle le service d'étapes. Tout le territoire intermédiaire entre le territoire prussien et le lieu même où combat l'armée forme ce qu'on appelle le territoire d'étapes; ce territoire est subdivisé en arrondissements d'étapes *(Etappen-Rayon)* dont le commandement appartient à un officier supérieur qui, autant que possible, établit le centre de ses opérations et de son bureau *(Commandantur)* dans une station de chemin de fer. Chaque corps d'armée prussien est, vous le savez, recruté dans une circonscription territoriale. Au début de la guerre, une des plus importantes stations de chemin de fer de cette circonscription est désignée d'avance comme lieu de rassemblement et comme point de départ pour tout ce qui de la circonscription va vers l'armée, et pour tout ce qui en revient, c'est la tête d'étape *(Etappen-Anfangs-Ort)*. La station de chemin de fer à laquelle se termine, sur les derrières de l'armée, le chemin d'étapes, constitue le chef-lieu d'étapes *(Etappen-Haupt-Ort)*. Ce dernier change nécessairement suivant les progrès des opérations militaires. Entre les deux sont établies les étapes de chemin de fer *(Eisenbahn-Etappen)*, ou, quand il n'existe pas de voies ferrées, les étapes de terre *(Land-Etappen)*. Dans chacune de ces stations d'étapes se trouve un hôpital d'étapes *(Etappen-Lazareth)*, où l'on reçoit les malades de la circonscription, les soldats de passage, ou les blessés et malades qui ne peuvent continuer leur route avec le convoi d'évacuation dont ils font partie.

Ce service d'arrière-ligne, ce service d'évacuation est complètement

à créer en France, et cela ne présente pas de grandes difficultés. La création d'hôpitaux ambulants circulant sur les voies ferrées est également facile à réaliser. En 1867, le ministre du commerce en Prusse décida que 200 wagons à voyageurs de quatrième classe seraient transformés en wagons-lits pour le transport des blessés. Cette transformation consiste à appliquer des crochets à l'intérieur de la voiture pour y suspendre 12 lits, à percer des portes à l'extrémité du wagon et à placer au même endroit des ponts volants qui restent relevés, tant que le wagon ne sert en temps de paix qu'au service ordinaire de l'exploitation. On voit que rien n'est plus facile que de faire subir une pareille transformation à un certain nombre de nos wagons de troisième classe, les seuls qui puissent se prêter à cet usage, en rendant facilement démontables les bancs qui s'y trouvent placés.

Mais là ne se bornent pas les besoins du service médical : il faut, pour éviter l'encombrement et pour que la tâche qu'ont à remplir les chirurgiens de l'armée n'excède ni leur nombre, ni leurs ressources, ramener dans les hôpitaux de la mère-patrie et plus ou moins loin du théâtre de la guerre les blessés facilement transportables. Ici la tâche nous incombe à tous.

Quelque parfaite qu'on puisse supposer son organisation, le service de santé militaire ne peut suffire complètement à la tâche qui lui incombe. Il faut que les sociétés locales, les municipalités, viennent en aide à l'administration de la guerre en élevant des hôpitaux temporaires; en les pourvoyant de tout ce qui est nécessaire à leur fonctionnement; il faut que les médecins civils viennent en aide à leurs collègues de l'armée, et ici je ne puis parler de l'avenir sans parler du passé.

En 1870, la France ayant perdu ses armées de Sedan et de Metz, créa de toutes pièces une nouvelle armée. Grâce aux ambulances volontaires parmi lesquelles compte si honorablement l'ambulance girondine, grâce au dévouement des médecins civils dont un grand nombre s'engagèrent volontairement pour la durée de la guerre, grâce aux sociétés de secours et je ne puis passer sous silence la Société de Bordeaux, cette armée nouvelle eut son service médical, et nos blessés ne furent pas abandonnés sans secours. Je n'ai pas à examiner si partout l'organisation fut ce quelle aurait dû être, si les services rendus ont été en rapport avec les sommes dépensées; méconnaître ces services serait à la fois une injustice et une ingratitude; mais ce qu'il importe de dire, c'est que le rôle des sociétés de secours ne saurait être le même dans une armée régulièrement, normalement organisée. L'État ne doit pas, ne peut pas abandonner à l'initiative individuelle l'organisation des secours médicaux, pas plus qu'il ne

saurait lui abandonner le soin de compléter pour la guerre le nombre de ses canons ou de ses soldats. Personne à l'armée ne doit avoir son existence, son action indépendante, car là, plus que partout ailleurs, il faut un chef qui commande, des subordonnés qui obéissent, et si l'initiative individuelle est utile, nécessaire en arrière du théâtre des opérations, elle ne saurait s'exercer au milieu de l'armée elle-même, au milieu d'une armée fonctionnant régulièrement. C'est au ministre de la guerre qu'appartiennent le devoir et le droit d'organiser le service médical de l'armée; c'est au général en chef qu'appartiennent le droit et le devoir de régler son fonctionnement sous la direction du chirurgien en chef de l'armée. Et si en 1870 les ambulances volontaires ont, par suite de nos malheurs, rendu d'incontestables services, on ne saurait les faire figurer dans l'organisation normale d'une armée régulière, préparée de longue main à la lutte, à la victoire. Quant aux sociétés de secours, elles peuvent rendre d'immenses services en restant dans la sphère normale de leur action, en fournissant aux blessés un superflu qui pour eux est trop souvent le nécessaire; en fournissant aux ambulances de l'armée active des conserves, des couvertures, du vin, des objets de pansement; en élevant sur le sol national et dans les villes en rapport par les voies ferrées avec le théâtre de la guerre des hôpitaux temporaires, et fournissant enfin avec le dévouement dont la France a donné tant de preuves en 1870, le personnel indispensable à leur fonctionnement.

Comme vous le voyez, bien qu'en n'abordant que les points principaux de la question, de nombreuses réformes sont nécessaires. Il s'agit tout à la fois de l'honneur du pays, de la vie de nos concitoyens, de nos enfants. De funestes désastres ont montré sur bien des points la nécessité des réformes, nous saurons les accomplir. Mais pour les rendre plus efficaces et plus sûres, sachons profiter de l'expérience de tous. Étudions ce qui se fait au delà de nos frontières, si nous ne voulons pas être égalés et surpassés par ceux qui joignent aux progrès dus à leur travail national la connaissance des progrès réalisés en France, en Angleterre, en Amérique, en Russie. Si nous avons aujourd'hui des rivaux, ce n'est point parce que la France a baissé, c'est parce que les autres se sont élevés et s'élèvent par le travail. C'est à la science qu'appartient aujourd'hui l'empire du monde, et dans cette guerre funeste entreprise par une ignorance criminelle des forces de l'ennemi, c'est la science, ce n'est pas le courage qui nous a vaincus... C'est la science qui apprend comment on peut, sans épuiser un pays, tenir prêts pour la guerre plus d'un million d'hommes; c'est la science qui enseigne les moyens de les rassembler rapidement dans des lieux déterminés d'avance: qui montre comment on peut

nourrir, vêtir, approvisionner, faire mouvoir une formidable armée; c'est la science qui apprend à se servir de l'électricité pour transmettre les nouvelles et les ordres, de la vapeur pour transporter rapidement les troupes, et si malheureusement pour nous la science, par la découverte des armes à longue portée, a opposé les machines meurtrières à l'irrésistible élan des bayonnettes françaises, secondé, guidé, protégé par la science, le courage retrouvera son invincible puissance. C'est au nom de la science, c'est parce qu'elle est le salut du pays que nous sommes réunis; nous donnerons à tous l'exemple du travail, car le travail, en rendant à notre pays le calme, l'union, la concorde, ses compagnes inséparables, nous aura rendu la force, — et le devoir de faire appel à ce droit qu'on invoque aujourd'hui si durement contre nous.

M. F. PERRIER,

Capitaine d'état-major, ancien élève de l'école polytechnique.

De la Méridienne de France.

On donne le nom de Méridienne de France à la portion de l'arc du méridien de Paris comprise entre les limites Nord et Sud du territoire français, et, plus généralement, par extension, à la grande chaîne de triangles géodésiques du premier ordre, qui s'étend le long de ce méridien, et dont les sommets extrêmes situés en France sont Dunkerque, au Nord, et Perpignan, au Sud. Une chaîne d'une telle étendue fournit des résultats scientifiques d'une haute importance, car elle permet de calculer la longueur d'un arc de méridien terrestre d'une amplitude considérable, et d'obtenir, en combinant cette longueur avec celle d'autres arcs mesurés sous des latitudes différentes, les éléments fondamentaux de la figure du sphéroïde terrestre (demi-grand axe et aplatissement). En outre, elle constitue la chaîne primordiale et comme l'ossature fondamentale du réseau géodésique français; c'est d'elle, en effet, que dérivent les chaînes principales méridiennes et parallèles, les réseaux continus des divers ordres qui couvrent notre pays et, enfin, les points qui servent de jalons aux levés et aux nivellements topographiques, dont l'ensemble constitue la carte de France.

Les opérations qu'il est nécessaire d'effectuer pour déterminer les éléments de cette chaîne, et pour la placer et l'orienter sur notre globe : mesure des bases, mesure des angles horizontaux et des angles de hauteur, détermination des latitudes, longitudes et

azimuts, etc., ainsi que les calculs complexes et difficiles qui en résultent, composent la partie la plus délicate d'une science spéciale peu connue et presque dédaignée en France, bien qu'elle soit de création française, qu'on nomme *géodésie*, qu'on pourrait aussi appeler *géographie mathémathique,* et qui n'est qu'une branche particulière de la géographie générale.

Déjà, à trois époques de notre histoire, les destinées de la géodésie française se sont agitées autour de la méridienne de France. Le même fait se reproduit encore aujourd'hui. C'est donc à des titres bien divers, Messieurs, que la méridienne de France intéresse notre Association.

C'est vers 1550 que fut exécutée par Fernel, qui était médecin, mais aussi astronome, la première opération relative à la méridienne de France; elle consista dans la mesure d'un arc d'un degré, effectuée sur la route de Paris à Amiens, en comptant le nombre de tours d'une roue de voiture, dont la circonférence avait été très exactement déterminée. Fernel s'achemina vers le Nord, en supposant que sa route était située dans un même méridien, jusqu'à ce qu'il eût trouvé la hauteur du pôle augmentée d'un degré. Le procédé était grossier, et cependant, par un hasard singulier, il donna un résultat assez juste.

Plus d'un siècle après, en 1669, l'abbé Picard, qui avait déjà rendu à l'astronomie un service capital, en substituant aux pinnules, dans les grands instruments, les lunettes et les micromètres, mesura un arc d'un degré entre Malvoisine et Amiens, en apportant, dans ses opérations, une grande exactitude et des soins tout nouveaux; suivant la méthode scientifique du hollandais Snellius, il mesura une base entre Villejuif et Juvisy, sur laquelle il forma des triangles; il en déduisit la distance dans le sens du méridien, et observa la hauteur du pôle aux deux extrémités. Pendant près de soixante ans, on compta sur l'exactitude de la mesure de Picard; mais on reconnut, plus tard, qu'il s'était trompé de quelques secondes dans l'amplitude de l'arc mesuré, et que la longueur de la toise qu'il avait employée était plus courte d'un millième environ que celle qui servit de modèle à l'Académie des sciences. Par un hasard heureux, cependant, ces deux erreurs étaient de sens contraires, et se compensaient en grande partie; les travaux plus récents ont montré que l'erreur commise par Picard sur la longueur de l'arc d'un degré ne dépassait pas quinze toises.

Bientôt après, en 1683, Cassini II entreprit, par ordre du roi, en collaboration avec Lahire, la mesure de la méridienne de Paris depuis Paris jusqu'à Collioure, en s'appuyant, d'une part, sur la base mesurée par Picard à Juvisy, et, d'autre part, sur une nouvelle base mesurée

à Collioure. Cette opération, souvent interrompue, ne put être terminée qu'en 1718; la même année, elle fut étendue vers le Nord jusqu'à la ville de Dunkerque, près de laquelle on mesura une troisième base (1). En réalité, tout le travail de Cassini reposait sur la base de Picard; les bases de Dunkerque et de Collioure n'étaient que des bases de vérification. On trouva, pour la première, une différence d'une toise seulement entre le calcul et la mesure directe; mais, pour la seconde, cette différence atteignit trois toises; ce qui montre que les mesures faites par Cassini n'étaient pas suffisamment précises. Elles conduisirent, du reste, à un résultat tout à fait inattendu, contraire à celui qu'avaient obtenu par la théorie Huyghens et Newton, contraire aussi à celui qui résultait des observations du pendule faites à Cayenne par l'astronome Richer : les degrés du méridien semblaient s'allonger en marchant du Nord vers le Sud, ce qui indiquait que la terre était allongée dans le sens de la ligne des pôles.

Les mesures effectuées plus tard, au Pérou par Bouguer, La Condamine et Godin; en Laponie, par Maupertuis et Clairaut, ayant montré que, conformément aux indications de la théorie, la terre est réellement aplatie et non allongée dans le sens de son axe de rotation, l'Académie des sciences décida qu'il y avait lieu de reprendre la mesure de la méridienne de France afin d'en faire disparaître les erreurs considérables qu'elle devait contenir. Cassini de Thury fut chargé de ce grand travail, qui fut exécuté en grande partie par l'astronome Lacaille (1739) La *méridienne vérifiée* montra que les degrés vont réellement en croissant du Sud au Nord et servit de fondement à la carte de France, dite Carte de Cassini, composée de 180 feuilles, qui, gravée par souscription nationale et publiée au nom de l'Académie des sciences (1744-1793) à l'échelle de $\frac{1}{86400}$, est restée pendant longtemps la représentation la plus fidèle et la plus complète de notre pays.

Je n'insisterai pas davantage sur ces deux premières déterminations de la méridienne, qui n'ont plus qu'une importance historique, et j'arrive à la troisième mesure de l'arc français, exécutée par les astronomes Delambre et Méchain.

Pour faire cesser l'*étonnante* et *scandaleuse diversité* de nos poids et mesures, l'Assemblée constituante décréta, le 8 mai 1790, sur la proposition de M. de Talleyrand, la fixation d'une mesure fondamentale

(1) Les savants attachaient un intérêt immense au prolongement de la méridienne vers le Sud : on ignorait encore, à cette époque, d'après ce que nous dit Cassini lui-même, si le méridien de Paris prolongé passait par les embouchures du Rhône ou par Valence, en Espagne.

de longueur; à la fois *nationale* et *universelle,* d'où devaient dériver, d'une manière simple, les unités de surface, de volume, de poids, de monnaie. — Une Commission, composée de Borda, Laplace, Lagrange, Monge et Condorcet, étudia la question et conclut à l'adoption d'une unité de longueur prise sur la terre même et égale à la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre; elle proposa, pour déterminer cette unité, de mesurer un arc de méridien depuis Dunkerque jusqu'à Barcelone, par une amplitude de 9 degrés et demi environ. Le 26 mars 1791, les propositions de la Commission furent approuvées par l'Assemblée, sanctionnées par une loi, et, bientôt après, le Roi chargea l'Académie des sciences de nommer des commissaires qui devaient, *sans délai*, s'occuper des opérations multiples à exécuter et notamment de la mesure de l'arc du méridien entre Dunkerque et Barcelone. On donna aussitôt des ordres pour la construction des instruments nécessaires aux observations géodésiques et astronomiques; les grands secteurs et les quarts de cercle dont on s'était servi jusqu'alors furent abandonnés; l'artiste Lenoir fut chargé de construire, sur des plans dus au génie inventif de Borda, quatre cercles répétiteurs, ainsi que les règles de platine qui devaient être employées à la mesure des bases.

Méchain se mit en route le 25 juin 1792; il était chargé de la partie méridionale de l'arc à mesurer, entre Rodez et Barcelone. Delambre se réserva la partie comprise entre Rodez et Dunkerque. Les observations d'angles furent terminées vers la fin de l'année 1797; dans le courant de l'année suivante, Delambre mesura les deux bases de Melun et de Perpignan, sur lesquelles s'appuyait la chaîne méridienne; en outre, des observations astronomiques avaient été ou furent faites en divers points, à Paris, à Dunkerque, à Bourges, à Évaux, à Carcassonne, à Montjouy. — Dans cette grande entreprise, menée à bonne fin dans l'espace de quelques années par les deux vaillants astronomes et qui excita à la fois l'étonnement des savants eux-mêmes et l'admiration universelle, les observations furent faites et les calculs exécutés au moyen de méthodes nouvelles d'une grande précision et d'une surprenante simplicité : par un ingénieux théorème de Legendre, le calcul des triangles géodésiques fut ramené au calcul des triangles plans; Delambre imagina des formules nouvelles pour la réduction des observations, pour le calcul des coordonnées astronomiques de tous les sommets de la chaîne et des azimuts des côtés, pour le calcul des différences de niveau, ainsi que pour celui des portions successives de l'arc du méridien comprises entre les triangles, d'où fut conclue la longueur totale de l'arc entre les deux stations extrêmes.

La combinaison de l'arc français avec l'arc mesuré au Pérou par Bouguer et La Condamine donna pour l'aplatissement du sphéroïde terrestre la valeur de 1/334, et pour la longueur du quart du méridien le chiffre de 5130740 toises, d'où on déduisit, pour le mètre rapporté à la toise du Pérou, la valeur de 0'5130740 ou 443 lignes 296 millièmes.

Le 4 prairial an VII, l'Institut présentait au Corps législatif les étalons prototypes du mètre et du kilogramme, qui furent aussitôt déposés aux Archives, en exécution de l'article 2 de la loi du 18 germinal an III.

Vous le voyez, Messieurs, c'est de la méridienne de France qu'est né le mètre, et avec lui tous ses dérivés, dont l'ensemble constitue le système métrique français, déjà en usage chez un grand nombre de nations, et qui sera successivement adopté par tous les peuples civilisés du monde.

Mais ce n'est pas là le seul service que nous ait rendu la méridienne de Delambre et Méchain. En 1818, lorsqu'on songea à refaire la carte de Cassini, qui ne semblait plus satisfaire à tous les besoins des services publics, la Commission royale, présidée par Laplace et chargée d'examiner le projet nouveau, ainsi que d'en poser les bases et d'en fixer le mode d'exécution, décida que la méridienne serait considérée comme la coordonnée principale qui devait fournir les bases primordiales de l'opération. C'est en effet sur la méridienne que vinrent se greffer successivement les parallèles de Paris, de Bourges, de Clermont, de Rodez, d'Amiens et des Pyrénées, les méridiennes de Bayeux, de Sedan et de Strasbourg, qui divisent la France en grands quadrilatères et qui ont donné les éléments de départ et de vérification du réseau principal, formé de grands triangles dans l'intérieur desquels la triangulation secondaire a déterminé tous les points topographiques remarquables du sol de la France.

C'est donc la méridienne qui a servi de base à toutes les opérations si délicates et si complexes d'où est née la carte de France de l'état-major, tant attaquée aujourd'hui, et trop souvent par des personnes incompétentes, dont nous n'avons pas la prétention de nier les imperfections et les lacunes, mais qui constitue, quoi qu'on en dise, l'œuvre topographique la plus remarquable qui ait été encore exécutée.

Il est impossible de lire le compte-rendu des travaux de la méridienne sans être frappé de la haute capacité des astronomes éminents qui les ont accomplis, sans être surpris par les précautions minutieuses qu'ils ont prises pour éviter ou atténuer toutes les causes d'erreur et obtenir de bons résultats.

En lisant le discours préliminaire de la Base du système métrique, on peut apprécier les difficultés de toute nature qu'ils eurent à surmonter, les dangers auxquels ils furent exposés, et on est étonné qu'avec les faibles ressources dont ils disposaient, ils aient pu accomplir si dignement la mission qui leur était confiée. Pendant longtemps, à l'étranger aussi bien qu'en France, l'œuvre de Delambre et Méchain a été considérée comme un exemple à donner et un modèle à suivre pour tous les travaux de la même nature.

Mais, Messieurs, depuis le commencement de ce siècle, la géodésie a réalisé de grands progrès; des travaux considérables ont été exécutés dans toutes les parties du monde avec une précision extrême, et notre méridienne ne satisfait plus que d'une manière fort imparfaite aux exigences de la science moderne.

Les cercles répétiteurs dont se servaient Delambre et Méchain ne donnaient, à la lecture, que la minute centésimale ou cent secondes, tandis que ceux de Gambey, qui ont été employés pour les chaînes primordiales de la carte de France, donnaient vingt secondes, et, par l'estime, dix secondes que quelques-uns même donnaient directement; les cercles azimutaux employés de nos jours donnent à la lecture simple deux secondes centésimales ou deux tiers environ de seconde sexagésimale. On comprend donc que la précision des mesures faites par Delambre et Méchain soit bien inférieure à celle qu'on peut atteindre sans peine aujourd'hui. En outre, les circonstances mêmes dans lesquelles ils ont opéré, ont empêché de satisfaire à certaines conditions indispensables: les triangles ne sont pas tous bien conformés, la forme de certains édifices pris pour signaux n'était pas assez régulière;. quelques angles n'ont pas été suffisamment répétés; deux d'entre eux, non mesurés, ont dû être conclus; enfin Delambre a fait souvent, parmi ses séries, un choix arbitraire que rien ne justifie.

Les chaînes primordiales de la carte de France ont été mesurées dans des circonstances plus favorables que la méridienne, avec des cercles répétiteurs perfectionnés par Gambey; la forme des triangles qu'on a déterminés est plus satisfaisante; tous les angles ont été obtenus par un nombre fixe de séries, et il n'y a pas d'angles conclus. On ne peut pas dire cependant que ces chaînes aient été mesurées avec toute la rigueur qu'on pourrait y apporter aujourd'hui. Et malgré cela, elle ont fait découvrir dans la méridienne de France des erreurs *intolérables*. Par exemple, le Dépôt de la guerre a fait mesurer une chaîne latérale à la méridienne, dite chaîne de Fontainebleau, qui est formée de douze triangles bien conditionnés et qui, partant du côté Bois-Commun — Chapelle-la-Reine et longeant la méridienne

à l'Est, la rejoint sur le côté Bourges — Dun-le-Roi; et le calcul de cette petite chaîne a donné pour le dernier côté un résultat plus fort que celui de Delambre de 3^m98.

Ne pouvant ici aborder la discussion détaillée des erreurs dont il est permis d'affirmer l'existence dans notre méridienne, je me contenterai de dire que les plus considérables semblent localisées entre Paris et Rodez.

Ainsi, Messieurs, notre méridienne est imparfaite, et les erreurs qu'elle contient, mises en évidence par les chaînes primordiales de notre réseau géodésique, affectent ces chaînes elles-mêmes, de sorte que la triangulation française a besoin d'être reprise ou tout au moins d'être révisée dans les parties reconnues défectueuses.

A plusieurs reprises, le Bureau des longitudes et même l'Observatoire avaient émis le vœu que la méridienne fût entièrement révisée. Et chaque fois le Dépôt de la guerre avait invariablement répondu que les erreurs de la méridienne avaient été souvent signalées et mises en évidence par les ingénieurs géographes, qu'il serait utile de reprendre ce grand travail au milieu du calme des esprits et avec des instruments perfectionnés, mais qu'il n'était pas possible d'en prescrire l'exécution immédiate pour des raisons tirées des ressources restreintes du budget, du manque de personnel actif et rompu à toutes les opérations de haute géodésie.

Une circonstance inattendue est venue lever tous les obstacles; permettez-moi de vous la rappeler en quelques mots :

MM. Biot et Arago, en prolongeant la méridienne de Barcelone à Formentera, avaient formulé l'espérance qu'elle pourrait être poussée plus loin encore, jusqu'au cap de Gata d'abord et plus tard peut-être jusqu'en Algérie, au moyen de quelques triangles jetés par-dessus la Méditerranée; après quoi, disaient-ils, si la civilisation européenne parvenait à s'implanter dans les États barbaresques, elle pourrait remonter la côte jusqu'à Alger, qui est situé très près du méridien de Paris, et être ensuite continuée vers le sud jusqu'au sommet ou même au delà de l'Atlas algérien. Ce qui n'était qu'un rêve grandiose de la part de MM. Biot et Arago est devenu une possibilité incontestable. Déjà, dans le deuxième supplément au tome IX du *Mémorial du Dépôt de la guerre*, le colonel Levret a montré, par des calculs suffisamment exacts, en partant des altitudes approchées des sommets de l'Espagne et de ceux de l'Algérie placés en regard de la côte espagnole, que la jonction des réseaux algérien et espagnol était possible, malgré l'énorme distance qui les sépare, et il a même indiqué des sommets de triangles méditerranéens au moyen desquels on pourrait passer d'Espagne en Algérie.

Plus heureux que le colonel Levret, j'ai pu constater, *de visu,* que, des côtes d'Algérie, on apercevait très distinctement l'Espagne. Dans le courant du printemps de 1868, pendant que j'étais occupé à reconnaître les points qui devaient servir de sommets aux triangles de la partie occidentale de la grande chaîne algérienne, entre Oran et le Maroc, au Bem-Saabia, près d'Oran; au Seba-Chioukh, près de l'embouchure de la Tafna; au Filhaoussen, situé non loin de la Nedroma; au Zendal, sur la frontière du Maroc; et, enfin, au Nador de Tlemcen; les Arabes et les colons m'avaient souvent affirmé, *même sous la foi du serment,* qu'on apercevait parfois très nettement la côte espagnole; mais j'avais vainement scruté vers le Nord-Ouest-Nord l'horizon de la mer, toujours limité de ce côté par des brumes opaques. J'espérais cependant que la saison d'automne serait plus propice, et mes prévisions ne tardèrent pas à être justifiées. Le 18 octobre, à la reprise des opérations, au Seba-Chioukh, vers cinq heures du soir, au moment où, les observations d'angles et de hauteurs étant terminées, je venais de remettre mon instrument dans sa boîte pour rentrer à Tlemcen, le vent changea subitement de direction pour passer de l'Ouest-Sud-Ouest au Nord, et j'aperçus très distinctement à l'œil nu une crête qui se profilait dans le lointain, au-dessus de l'horizon de la mer, sous la forme d'une ligne dentelée présentant deux renflements gigantesques. Le doute n'était plus possible; c'était bien la côte espagnole qui apparaissait à mes yeux comme par une évocation magique. Quoique séduit par l'imprévu et par la grandeur incomparable du spectacle qui se déroulait devant moi, et malgré la fatigue extrême dont j'étais atteint après une journée d'observations pénibles, je me hâtai de replacer mon cercle en station et de prendre, par rapport au sommet du Tessala encore bien visible, l'azimut des deux points principaux de la crête dont j'avais dessiné le profil.

Quelques jours après, au Filhaoussen, plus tard au Nador de Tlemcen, au Zendal et au Bem-Saabia, grâce à un concours heureux de circonstances atmosphériques très favorables, je pus contempler encore, toujours vers le moment du coucher du soleil, la même arête dentelée facilement reconnaissable, et mesurer de nouveau les azimuts des deux sommets déjà visés. A ma rentrée en France, au mois de décembre, je rapportai sur un croquis fait à une grande échelle les points principaux de la triangulation algérienne, ainsi que les directions observées vers l'Espagne, et l'identité des deux sommets successivement visés fut ainsi absolument démontrée: toutes ces directions concouraient, en effet, à très peu près, vers deux centres uniques, dont la position coïncidait très sensiblement

avec celles du Muleyhausen et du Pic de Sagra, qui sont les deux points culminants de la Sierra-Nevada dans la province de Grenade, et dont les altitudes sont 3,555 mètres pour Mulahacen et 2,400 mètres pour Sagra. Il en résultait qu'on pouvait relier entre elles la triangulation espagnole et la triangulation algérienne, et la liaison des deux continents d'Europe et d'Afrique ne repose plus seulement sur des calculs approchés, mais elle est démontrée par une reconnaissance complète exécutée sur les lieux mêmes.

Il n'entre pas dans le cadre de mon sujet de discuter ici les voies et moyens à suivre ou à employer pour réaliser cette grande opération; j'ai voulu seulement vous faire connaître ou vous rappeler qu'elle est possible. Dans peu d'années, sans doute, les bases géodésiques de la Grande-Bretagne, celles de France, celles d'Espagne et enfin celles d'Algérie seront reliées entre elles par une chaîne continue de triangles, et la méridienne de France, déjà prolongée à travers l'Angleterre et l'Ecosse jusqu'aux îles Shetland, continuée en Espagne par les officiers de ce pays, gagnera le continent africain et s'étendra jusqu'aux confins du Sahara par une amplitude de 28 degrés, soit un tiers environ du quart du méridien terrestre.

Ainsi, Messieurs, la France peut faire, d'une manière digne d'elle, sa rentrée dans le mouvement géodésique européen, et opposer à l'arc de méridien mesuré dans l'Europe centrale entre Christiania et Palerme, sous la haute direction du général Baeyer, un arc non moins important, l'arc français qui serait d'une amplitude supérieure à celle de l'arc prussien, et qui, traversant des plaines, des chaînes de montagnes très élevées, la Méditerranée et la mer du Nord, fournirait aux savants de tous les pays un vaste champ d'études nouvelles et d'investigations utiles.

Mais, pour que l'arc français puisse reprendre la première place qu'il a si longtemps occupée parmi les travaux de haute géodésie, il est important d'en faire disparaître les moindres imperfections, de manière que la partie vraiment française ne soit pas d'une précision inférieure à celle des segments anglais, espagnol et algérien. Aussi, le Bureau des longitudes, préalablement consulté, a-t-il pensé avec juste raison que la confection des triangles de jonction de l'Espagne avec l'Algérie, réservée du reste à une époque de paix et de prospérité pour la France aussi bien que pour l'Espagne, devait être précédée de la révision de notre méridienne. Grâce à la haute intervention des membres les plus éminents du Bureau et sur ma demande, M. le maréchal Niel, alors ministre de la guerre, décida, en avril 1869, que les opérations de révision seraient commencées en 1870 pour être continuées sans interruption.

C'est donc pour la quatrième fois que la France est amenée à déterminer sa méridienne; aussi est-il essentiel que la nouvelle opération soit exécutée avec tout le soin et toute la précision que comporte la science moderne. Chargé par M. le Ministre de la guerre de diriger l'ensemble et de surveiller tous les détails de cette vaste entreprise, j'ai à cœur de vous rassurer en vous prouvant que, grâce à la perfection de nos instruments et à la rigueur de nos méthodes d'observation et de calcul, nous pouvons obtenir un degré d'exactitude qui n'a pas encore été atteint et capable de satisfaire les plus exigeants.

J'ai fait placer sous vos yeux l'instrument qui nous sert pour la mesure des angles horizontaux ou, plus exactement, pour la mesure des azimuts relatifs des directions observées et que nous appelons *cercle azimutal*. C'est un instrument *réitérateur* construit par MM. Brünner frères. A première vue, il inspire une grande confiance, parce qu'il est débarrassé de la complication d'axes et de vis, de mouvements généraux ou particuliers que présentaient les cercles répétiteurs de Gambey; il ne donne, du reste, que des azimuts et n'est pas pourvu d'un cercle vertical pour la mesure des distances zénithales, ce qui a permis encore d'en simplifier la construction et la manœuvre (1).

Il ne contient qu'un seul axe, qui fait corps avec le pied de l'instrument et forme avec ce pied et un limbe annulaire en cuivre un ensemble solide et d'une grande stabilité. Autour de cet axe sont ajustés : d'abord le cercle gradué qui peut tourner à frottement lorsqu'on exerce sur lui une pression normale à deux rayons opposés et qui peut être maintenu invariablement dans une position quelconque au moyen d'une rondelle supérieure en cuivre ajustée sur l'axe et reliée au pied par trois vis qu'on peut serrer fortement, et ensuite, indépendamment du limbe, l'alidade qui porte l'index, les microscopes et la lunette. Vous remarquerez les particularités suivantes : le limbe gradué a 42 centimètres de diamètre et porte une graduation centigrade de 0 à 400; chaque grade est divisé en 10 parties égales valant 10 minutes; le pourtour du limbe contient donc 4,000 traits équidistants d'un tiers de millimètre. L'objectif achromatique a 53 millimètres d'ouverture efficace; la distance focale de la lunette est de 62 centimètres, sa puissance optique est considérable : avec l'oculaire qui lui est adapté, le grossissement est d'environ 40.

(1) Nous sommes parti de ce double principe : qu'un instrument destiné à donner à la fois les azimuts et les hauteurs ne doit être employé que pour des opérations d'ordre secondaire; et que pour une opération importante comme la révision de la méridienne, il est nécessaire de n'employer que des instruments uniquement appropriés à l'objet particulièrement essentiel de l'opération : la mesure des azimuts.

Le réticule est formé de quatre fils dont deux sont parallèles entre eux, très rapprochés et perpendiculaires à l'axe des tourillons, les deux autres étant perpendiculaires aux deux premiers. Ces fils réticulaires sont portés par un châssis qui peut se mouvoir dans l'intérieur d'une boîte micrométrique au moyen d'une vis centrale dont on compte les tours à l'aide d'un peigne situé à très peu près dans le plan même du châssis et les fractions de tour par un tambour extérieur divisé sur sa tranche en 100 parties égales. C'est donc un réticule mobile, un véritable réticule astronomique que nous avons adapté à l'oculaire de notre lunette, et c'est en cela que consiste le perfectionnement le plus important, et je puis le dire, absolument nouveau de notre instrument. J'ai à peine besoin d'ajouter que les images des objets visés sont pointées non plus à la croisée des deux fils, mais à égale distance des quatre fils, c'est-à-dire au centre du petit carré qu'ils forment entre eux. Le zéro des verniers est remplacé par une petite lunette qui sert d'index et qui permet de lire, sur le cercle divisé, les grades et les dixièmes de minutes; on apprécie les fractions complémentaires de la lecture au moyen de quatre microscopes à micromètre qui tiennent lieu de verniers; les fils réticulaires de chacun de ces microscopes sont au nombre de trois, dont l'un est perpendiculaire aux traits de la graduation : les deux autres sont parallèles entre eux et aux traits du limbe, et leur écartement a été réglé de telle sorte que l'image des traits, quand on les pointe, vient se former au milieu de leur intervalle et est légèrement débordée de part et d'autre par les fils. Grâce à ces deux fils, on évite l'inconvénient de pointer un fil noir sur un trait noir et l'exactitude de la lecture est considérablement augmentée. De même la présence des quatre fils au réticule de l'oculaire permet de pointer nettement, et sans craindre qu'elles disparaissent sous les fils, les images des objets toujours comprises à l'intérieur du petit carré, dont les côtés sont convenablement espacés d'après la longueur moyenne des côtés géodésiques, la distance focale de la lunette et la dimension linéaire des signaux employés; dans notre cercle, la distance angulaire des fils verticaux est égale à 17 divisions du tambour ou 90 secondes environ; chaque division du tambour oculaire vaut 5 secondes un tiers, plus exactement $0^{g}0005''27$.

Lorsque les microscopes sont réglés, la vis micrométrique de chacun d'eux, dont le tambour est divisé en 100 parties égales, tourne de deux tours et demi pour porter les deux fils d'un trait sur le trait voisin; chaque petite division du tambour correspond ainsi à la deux cent cinquantième partie de l'intervalle angulaire de deux traits consécutifs, et vaut, par conséquent, 4 secondes centésimales,

(soit 1', 3 sexagésimales). Il résulte de là, qu'en ajoutant ensemble les lectures des quatre microscopes exprimées en tours et fractions décimales de tour, on obtiendra, sans autre calcul, la lecture angulaire exprimée en grades, minutes et secondes correspondant à la direction observée.

Permettez-moi de vous signaler le mode d'éclairage des divisions du limbe; il est très ingénieux ; le tube de chaque microscope porte, vers le bas, un tube auxiliaire dans l'intérieur duquel peut se mouvoir, autour d'un arc horizontal, un miroir parabolique argenté percé en son sommet d'une ouverture suffisante pour laisser passer les rayons réfléchis par le limbe; ce miroir, convenablement placé, renvoie sur le cercle divisé les rayons sortis normalement d'un prisme à angle droit dont l'hypoténuse située du côté opposé au microscope est inclinée à 50 grades sur chacune des faces et sur l'horizon. C'est donc la lumière zénithale qui éclaire les traits de la graduation; et vous voyez que la direction des rayons éclairants étant constante par rapport à la division, il n'y a pas à craindre, dans le pointé des traits, de phase résultant d'incidences lumineuses variables.

Les pinces avec vis de rappel ont une forme particulière : l'alidade porte un bras horizontal qui se prolonge suivant un châssis à fenêtre rectangulaire pouvant glisser sur la mâchoire supérieure de la pince; une vis micrométrique, dont le châssis est l'écrou, vient buter par sa pointe contre la face verticale de la pince, sur laquelle vient buter aussi, du côté opposé, un ressort à boudin fixé au châssis. La vis de la pince étant serrée, le pied et l'alidade sont solidaires l'un de l'autre; en tournant la vis de rappel, on entraînera le châssis et par suite l'alidade; le ressort sera comprimé ou allongé suivant le sens du mouvement; mais, à chaque instant de son action, il maintiendra la pointe de la vis contre la pince. On n'a pas à craindre ainsi, comme avec les vis de rappel de Gambey, qu'il se produise après les pointés des ressauts brusques provenant des *temps morts* du pas de la vis ou des jeux accidentels des calottes sphériques et des boulets, et on n'est plus tenu, comme autrefois, sous peine d'erreur, d'effectuer les pointés en tournant toujours la vis dans le même sens.

La description de notre instrument sera complète si j'ajoute que, lorsqu'il est en station, il repose, par les pointes des trois vis calantes sur le fond de rainures longitudinales en forme de V pratiquées dans des galets en acier fondu, dirigées vers le centre du cercle et dans lesquelles on verse du suif pour empêcher l'oxydation des pointes; les galets en acier sont employés de préférence à ceux en cuivre, qui sont moins durs et finissent toujours par être mordus par les pointes des vis, surtout si l'instrument est lourd et s'il n'est pas mis en place

avec les plus grandes précautions pour éviter tout choc un peu brusque des pointes sur les galets.

Voyons maintenant comment on peut éliminer ou atténuer, de manière à les rendre presque nulles, les erreurs d'observation.

Indépendamment des erreurs grossières qu'un observateur consciencieux sait et peut toujours éviter, toute direction visée comporte trois causes d'erreur distinctes : la lecture, le pointé et la division. Les erreurs de lecture et de pointé sont des erreurs accidentelles, tantôt positives, tantôt négatives, par suite susceptibles de compensations et dont la probabilité décroît rapidement à mesure qu'elles se rapprochent d'une certaine valeur qu'elles ne sauraient dépasser. L'erreur de division est plus complexe : elle comprend d'abord une erreur accidentelle qui n'est assujétie à aucune loi déterminée, qui varie de signe et est toujours d'autant plus petite que l'artiste est plus habile; et ensuite une erreur systématique ou régulière, dépendant d'un vice quelconque dont l'influence se fait sentir dans toute la graduation. Comme exemples d'erreurs systématiques, on peut citer celles qui proviennent de l'excentricité ou de l'inclinaison du limbe à graduer par rapport au centre ou au plan du cercle de la machine à diviser, et dont l'expression analytique est facile à trouver.

Étudions d'abord l'erreur commise dans un pointé fait sur un signal ordinaire en pierres ou en charpente *et ne présentant pas de phases*.

Tous les observateurs savent que cette erreur est la plus redoutable; elle dépend, avec les instruments ordinaires, de la bissection imparfaite du signal qu'on vise, et, avec le nôtre, d'une appréciation inexacte du centre du carré des fils; elle dépend aussi du défaut de régularité des signaux visés, de la non-coïncidence de l'axe d'un signal avec la verticale du centre de station, d'une lumière insuffisante et d'autres causes encore parmi lesquelles l'atmosphère joue le rôle le plus important et que, pour le moment, nous supposerons entièrement annulées. Avec un réticule fixe, on ne peut faire qu'un pointé pour chaque lecture sur le limbe; avec notre réticule, au contraire, on peut pointer plusieurs fois l'image du signal et réduire ainsi l'erreur commise sur un pointé unique. On démontre, en effet, par le calcul des chances, que l'erreur probable commise sur la moyenne des 16 pointés, par exemple, est égale à celle d'un pointé unique diminuée dans le rapport de 1 à la racine carrée de 16; pour 16 pointés, l'erreur probable de la moyenne n'est donc que le quart de l'erreur commise sur un pointé unique.

Il est à peine nécessaire d'ajouter que si la moyenne des pointés

successifs ne coïncide pas exactement avec la position de la vis pour laquelle l'axe optique, déterminé par la ligne qui joint le centre optique de l'objectif au milieu du carré des fils, est perpendiculaire à l'axe de rotation, c'est-à-dire pour laquelle la collimation est nulle, il y aura une correction à faire subir aux lectures sur le limbe pour les ramener à l'axe optique de collimation nulle.

En appelant V la moyenne des lectures de la vis pour les divers pointés, V*o* la lecture de la vis, lorsque la collimation est nulle, K la valeur angulaire des petites divisions du tambour oculaire, et H la hauteur de l'objet visé, considérée comme positive si cet objet est au-dessus de l'horizon, et comme négative s'il est au-dessous, la correction à faire subir aux lectures du limbe sera calculée, pour notre cercle, au moyen de la formule

$$\left.\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}\right\} \frac{R\,(V - Vo)}{\text{Cos H}} \quad \left\{\begin{matrix} \text{tambour à droite} \\ \text{tambour à gauche.} \end{matrix}\right.$$

Le point de la vis que nous appelons *Vo* se détermine simplement de la manière suivante : On pointe plusieurs fois un objet dans la position de la lunette, tambour à droite, l'alilade étant assujétie d'une manière invariable, et on prend la moyenne des lectures de la vis. On retourne ensuite la lunette dans ses collets, de manière à amener le tambour à gauche, et on pointe le même nombre de fois le même objet en prenant de nouveau la moyenne des lectures de la vis effectuées à chaque pointé. La moyenne des deux moyennes ainsi obtenues donne le V*o*, c'est-à-dire le point auquel doivent être rapportées toutes les lectures azimutales.

J'estime que, pour un signal ordinaire situé à trente kilomètres de distance de l'observateur, supposé nettement visible et sans phases, l'erreur probable commise sur un pointé unique est certainement inférieure à la distance angulaire qui correspond à une petite division du tambour oculaire, distance qui est égale à 5″3. Pour 16 pointés, l'erreur commise sur la moyenne sera donc ramenée à 1″3, nous verrons plus loin qu'elle peut être réduite encore davantage.

Quant à l'erreur de lecture, elle résulte de l'inexactitude des pointés faits sur les traits du limbe avec les fils mobiles des microscopes. Or, le pointé d'un trait s'effectue sans peine, même pour un observateur peu expérimenté, à moins d'une demi-partie du tambour; une lecture faite sur le limbe avec un seul microscope ne comporte donc pas une erreur supérieure à deux secondes centésimales ou deux tiers de seconde sexagésimale; la substitution des microscopes aux verniers augmente ainsi d'une manière considérable la précision des lectures. Si, en outre, au lieu de faire une

seule lecture, on lit les quatre microscopes et qu'on prenne la moyenne des quatre résultats obtenus, cette moyenne, affranchie d'ailleurs de l'erreur d'excentricité de l'alidade par rapport au limbe, ne comportera plus qu'une erreur égale à l'erreur d'une lecture simple divisée par la racine carrée de 4 ou par 2. Nous pouvons ainsi dire, sans exagération, que l'erreur probable de la moyenne des quatre lectures aux microscopes ne dépasse pas une seconde centésimale ou un quart de division des tambours, et nous atteignons ainsi la limite de précision qu'on puisse désirer. — Il vous intéressera peut-être de savoir quelle est la longueur de l'arc du limbe qui correspond à une seconde; on trouve, par un calcul simple, qu'elle est égale à *trois dix-millièmes de millimètre.* Et si nous transportons ce petit arc à une distance de 30 kilomètres, il correspond, à cette distance de l'instrument, à 9 millimètres seulement. En d'autres termes, l'erreur de lecture que nous commettons est si atténuée qu'elle fait subir à un objet pointé à 30 kilomètres, sur une circonférence de cercle dont l'instrument est le centre, un déplacement de 9 millimètres seulement.

Mais nous avons supposé les microscopes absolument réglés de manière que deux tours et demi des vis correspondent à l'intervalle de deux traits ou à dix minutes d'arc sur le limbe. Or, en supposant que cette condition fût remplie à une certaine température, elle cesserait de l'être pour une température différente : le limbe se contracte ou se dilate, les bras de support des microscopes subissent des variations analogues, l'objectif est soulevé ou abaissé; la vis elle-même est modifiée, de sorte que l'image d'une division ne correspond plus au même nombre de tours de la vis. La différence est toujours très petite, car l'artiste a réglé l'instrument et gradué le cercle à une température moyenne, autour de laquelle les écarts ne seront jamais considérables; il est cependant important d'en tenir compte, en *tarant* pour chaque série la valeur angulaire de chaque vis et déterminant ainsi la correction de température à faire subir aux lectures du limbe. Nous avons calculé et nous calculons toutes les corrections de cette nature pour toutes nos séries d'observations, en supposant que, dans l'intervalle de *deux tares* des microscopes, la variation de la vis se produit proportionnellement au temps.

Quant aux erreurs de division, celles de la première classe, dites accidentelles, sont rares et toujours très petites, depuis que les cercles sont divisés par des artistes habiles au moyen de machines très perfectionnées; en étudiant avec le plus grand soin les diverses parties de la graduation de notre instrument, nous n'avons pu découvrir aucune erreur anormale sensible, ce qui semble démontrer

que les erreurs accidentelles du limbe sont noyées dans les erreurs de lecture avec lesquelles nous les supposerons désormais confondues.

On démontre aisément que les erreurs systématiques de division peuvent être représentées par une série générale de la forme

$$A_1 \frac{\text{Sin}\,(u-\alpha_1)}{\text{Sin}\,1''} + A_2 \frac{\text{Sin}\,2(u-\alpha_2)}{\text{Sin}\,1''} + A_3 \frac{\text{Sin}\,3(u-\alpha_3)}{\text{Sin}\,1''} + \ldots\ldots$$

dans laquelle A_1, A_2, A_3, A_4 ..... sont des constantes numériques, α_1, α_2, α_3 ..... des constantes angulaires et u la division considérée; les premiers termes de cette série ont seuls une valeur sensible, et les termes éloignés dont l'indice dépasse un petit nombre d'unités sont négligeables, si la division a été bien faite. On démontre aussi que, dans la moyenne de 4 microscopes équidistants répartis sur tout le pourtour d'un limbe, les termes dont l'indice n'est pas divisible par 4 disparaissent, c'est-à-dire les termes de rang 1, 2, 3, ainsi que ceux de rang 5, 6 et 7. Les termes d'un indice élevé étant extrêmement petits, on peut admettre, sans erreur appréciable, que l'erreur de division d'un trait du limbe est, dans ce cas, représentée très exactement par un terme de la forme

$$A \frac{\text{Sin}\,4(u-\alpha).}{\text{Sin}\,1''}$$

Or, ce terme comporte une représentation géométrique. Supposons, en effet, que l'erreur de chaque trait soit figurée en grandeur par de petites ordonnées normales à la circonférence du limbe, et portées en dehors ou en dedans suivant le signe de cette erreur; comme la période du terme

$$A \frac{\text{Sin}\,4(u-\alpha)}{\text{Sin}\,1''}$$

est le quart de la circonférence, c'est-à-dire qu'il passe par toutes les phases du sinus quand $u-\alpha$ varie de $\frac{\pi}{2}$, la courbe d'erreur de notre limbe sera une ligne ondulée analogue à une sinussoïde qui se reproduirait quatre fois autour de la circonférence.

Il est évident que si on se sert toujours de la même région du limbe et des mêmes traits, on retombera toujours sur la même erreur de division, et la moyenne des quatre lectures ne sera pas exempte de cette erreur; si, en effet, sur la figure ci-contre, vous tracez deux diamètres rectangulaires dans une position quelconque, chaque extrémité de diamètre correspondra à une même ordonnée en grandeur et en signe. Mais si on recommence l'opération plusieurs fois en prenant pour origines des directions observées des traits

équidistants répartis pour chaque microscope dans l'un des quadrants, les ordonnées, toujours égales entre elles à chaque opération pour les quatre microscopes, varieront d'une opération à l'autre en grandeur et en signe; et, comme la somme algébrique des sinus d'arc croissant en progression arithmétique de 0 à 400 grades est nulle, il en résulte que la somme algébrique des ordonnées est nulle aussi et que, par conséquent, l'erreur systématique de division disparaît de la moyenne des résultats fournis par une série d'observations correspondant à des origines équidistantes réparties sur tout le limbe.

C'est donc par la méthode d'observation qu'on élimine les erreurs systématiques de division. En même temps on réduit considérablement les erreurs de pointé et de lecture; on démontre, en effet, par le calcul des chances, que la précision d'une moyenne croît comme la racine carrée du nombre de mesures qui ont concouru à la former, en sorte que, si nous réitérons vingt fois, par exemple, nos observations pour chaque direction visée, les erreurs de pointé et de lecture qui étaient, pour une seule observation, égales à 1″3 et 1″, seront réduites, dans la moyenne des vingt résultats, à

$$\frac{1''3}{\sqrt{20}} \quad \text{et} \quad \frac{1''}{\sqrt{20}}$$

ou bien 0″3 et 0″2 environ, c'est-à-dire seront extrêmement petites.

Mais, Messieurs, s'il est vrai de dire, dans la pratique, que les erreurs systématiques de division sont entièrement éliminées, et que l'erreur de lecture est ramenée à une quantité d'un ordre de grandeur inappréciable à nos sens, on ne peut en dire autant de l'erreur de pointé que nous avons déterminée pour des circonstances exceptionnelles. Nous avons, en effet, admis que les signaux visés étaient toujours également bien définis, bien réguliers, bien éclairés et non exposés aux effets de phases. Or, ces conditions sont rarement satisfaites avec des signaux en bois ou en charpente; et c'est afin de les réaliser que nous avons renoncé à employer les signaux ordinaires pour adopter l'usage si commode et si avantageux des héliotropes, depuis si longtemps appliqué en Allemagne, en Angleterre, en Espagne, dans l'Inde et en Amérique, et dont nous nous étions déjà servi nous-même avec succès, sous la forme un peu différente d'héliostats, pour les opérations géodésiques relatives à la jonction de la France avec la Grande-Bretagne.

Le partie essentielle de tout héliotrope consiste dans une glace argentée à faces planes et bien parallèles qui réfléchit à de grandes distances, dans une direction fixe, la lumière du soleil; les miroirs que nous employons ont des glaces d'un décimètre carré de surface

seulement, qu'on réduit encore à volonté au moyen d'obturateurs, et peuvent tourner autour d'un axe horizontal porté par une fourchette, mobile elle-même autour d'un axe vertical qui fait corps avec un pied massif muni de trois pointes de support. En chaque point géodésique, un miroir est installé, au centre même de la station, sur un pilier maçonné qui doit supporter l'instrument au moment des observations, et deux soldats, dressés à cet effet, sont chargés de le diriger et de l'orienter, de manière à éclairer constamment le point où se trouve l'observateur. Une petite ouverture est pratiquée au centre du miroir; l'un des deux soldats, ramenant la glace verticalement et en face du point à illuminer, place son œil en arrière de l'ouverture et vérifie si la ligne qui va vers l'observateur passe par le centre d'une ouverture circulaire pratiquée dans une planche qui est portée par un poteau scellé en terre. Cette planche a été fixée par MM. Penel et Bassot, qui sont mes collaborateurs pour la révision de la méridienne, dans la direction convenable, à l'aide d'un petit théodolite dont la lunette, lorsqu'il est installé sur le pilier, est exactement située à la même hauteur que le centre du miroir. Les soldats ont à se préoccuper uniquement de maintenir l'image lumineuse au centre même du trou de la planche directrice et à vérifier de temps en temps, surtout après les grands vents, que la planche n'a pas été dérangée. Ainsi, à chaque station géodésique, au lieu d'élever un signal en pierres ou en charpente servant à la fois de point de mire et d'abri pour les observations, nous établissons un pilier maçonné sur la borne-repère; sur ce pilier, un miroir réflecteur; tout autour, des poteaux et des planches dirigeant le cône réfléchi vers les stations voisines, et nous confions la manœuvre du miroir à deux soldats d'infanterie. Ils touchent un franc par jour de haute-paie, doivent être ou rester à leur poste, tant que le soleil est au-dessus de l'horizon, et sont tenus de corriger la position de leur miroir toutes les trois minutes. Grâce à ces simples prescriptions, nos héliotropes marchent avec une régularité parfaite et brillent d'une manière aussi constante que les héliostats de Silbermann, sur lesquels ils ont l'avantage d'être plus simples et de pouvoir se placer plus facilement au centre de la station.

Les signaux héliotropiques sont visibles à des distances énormes. Dans des circonstances atmosphériques favorables, des miroirs pareils à ceux que vous avez sous les yeux ont été visibles à l'œil nu par-dessus le détroit du Pas-de-Calais, de Boulogne à Hastings, à une distance de 76 kilomètres environ. En employant des miroirs de 12 centimètres de côté, et des lunettes dont le pouvoir grossissant était de 25 environ, les officiers espagnols ont récemment relié les îles

Baléares au continent, à une distance évaluée à 220 kilomètres, et nous avons la certitude que des miroirs de 2 décimètres seulement de côté seront visibles à 300 kilomètres de distance, des hauteurs du Nador de Tlemcen au point culminant de la Sierra-Nevada, pour la jonction de l'Afrique avec l'Europe.

A trente kilomètres de distance et même jusqu'à 40, les miroirs sont la plupart du temps visibles à l'œil nu, même par un soleil très faible, sous la forme d'étoiles blanches, quelquefois très éclatantes. Dans la lunette, les miroirs donnent une image lumineuse qui offre un pointé facile, d'une précision comparable à celle que fournissent les étoiles. Vous savez que le pointé des signaux ordinaires, quand ils sont éloignés, est, en général, assez difficile, parce que les images sont pâles et que la teinte noire des fils les affaiblit encore par le contraste; avec les miroirs, on obtient des images brillantes, de véritables points lumineux que l'on vise et que l'on bissecte par un fil ou que l'on pointe dans un petit carré réticulaire, avec une exactitude remarquable.

Les observations que nous avons déjà faites nous permettent d'affirmer que l'erreur probable commise sur un pointé isolé, lorsque les miroirs apparaissent comme des points lumineux, ne dépasse pas 2 secondes; pour 16 pointés, l'erreur sera réduite à

$$\frac{2}{\sqrt{16}}$$

ou une demi-seconde centésimale; et la moyenne de 20 réitérations ne sera plus affectée que d'une erreur de pointé égale à

$$\frac{2}{\sqrt{16}.\sqrt{20}}$$

ou à environ un dixième de seconde.

Pendant longtemps on a cru, en France, qu'il serait difficile d'employer des miroirs pour signaux, que cela entraînerait des complications, des pertes de temps et des dépenses considérables. Il n'en est rien, Messieurs. Notre service marche sans encombre et nous n'avons pas à nous préoccuper de la régularité de nos signaux; la dépense moyenne par chaque station est diminuée, grâce à la main-d'œuvre militaire; les avantages qu'on retire de l'emploi des miroirs sont incontestables et désormais incontestés.

Toutes les complications que pourrait faire naître l'intervention d'agents secondaires plus ou moins intelligents, plus ou moins dociles, s'ils appartenaient à l'élément civil du pays, disparaissent lorsqu'on a recours à des soldats de l'armée. Quoique situés à une très

grande distance de nous, ils peuvent recevoir nos ordres et nous en surveillons l'exécution immédiate, comme cela se passerait dans l'intérieur d'une caserne. Voici comment :

Les miroirs étant visibles à l'œil nu, pour correspondre facilement avec un groupe d'hommes en station, il suffira qu'on ait arrêté d'avance un système de signaux résultant d'apparitions et d'occultations successives et convenablement espacées de l'image lumineuse. Il est facile d'imaginer des alphabets très variés de *télégraphie optique;* celui que nous avons adopté se compose seulement de huit signaux particuliers. L'héliotrope étant dirigé sur un point, pour annoncer qu'on va télégraphier, on produit, avec la main placée devant le miroir, des occultations rapides et nombreuses qui font l'effet d'une vraie scintillation; le soldat qui est en station doit reproduire ce signal pour indiquer qu'il est prêt à recevoir la communication.

Cela étant, l'observateur recouvre le miroir pendant 30 secondes, le découvre pendant le même temps et le recouvre de nouveau pendant 30 secondes. La vue de la lumière pendant 30 secondes signifie le nombre 1 de notre alphabet. En produisant une nouvelle apparition de lumière, suivie d'une occultation, on aurait le nombre 2 et ainsi de suite. On est assuré qu'une dépêche est arrivée et a été comprise par le commencement d'exécution de l'ordre donné ou bien par des scintillations lumineuses analogues à celles que j'ai décrites tout à l'heure.

Voici notre alphabet :

1. Les circonstances sont favorables. Veillez.
2. Vous ne surveillez pas assez votre miroir.
3. Mettez obturateur n° 1 devant la glace.
4. Mettez obturateur n° 2.
5. Vérifiez la planche directrice.
6. Impossible d'observer. Repos.
7. Je ne suis pas content.
8. Bonnes notes pour votre travail d'hier.

Les miroirs nous permettent encore de donner l'heure à nos hommes.

Ainsi, tous les jours, il y a repos à partir de onze heures jusqu'à une heure de l'après-midi. Un coup de miroir donné successivement sur chaque point fait connaître l'heure du repos et celle de la reprise des opérations. Pour exécuter ces divers signaux, l'observateur, ou un de ses adjoints, n'a qu'à faire rapidement un tour d'horizon avec l'*héliotrope de Gauss,* que j'ai fait mettre aussi sous vos yeux.

Cet appareil se compose d'une lunette assez forte montée sur un

axe vertical autour duquel elle peut tourner, et qui est lui-même engagé dans une colonne portée par trois vis calantes servant à élever ou à abaisser l'axe optique de la lunette et à le diriger sur le point où l'on veut envoyer les rayons solaires. Au-devant de l'objectif est disposé un système de deux miroirs plans perpendiculaires entre eux et dont l'intersection commune est perpendiculaire à l'axe optique de la lunette. En faisant tourner ce système de miroirs autour de leur intersection, de manière à faire pénétrer dans la lunette l'image du soleil réfléchi à la surface d'un des miroirs, il est évident que l'autre surface enverra une seconde image dans le prolongement de l'axe optique et qu'elle sera; par conséquent, visible du point de l'horizon sur lequel la lunette a d'abord été dirigée.

Quand une station est terminée et que l'observateur se dispose à partir pour une station voisine, il prévient tous les groupes de soldats qui dirigent des héliostats en braquant successivement vers chacun d'eux, pendant cinq minutes, non plus un seul miroir, mais bien deux miroirs placés à 50 ou 60 mètres de distance l'un de l'autre. A ce double signal, les hommes comprennent qu'il n'est plus nécessaire d'éclairer le même point, et ils se reposent, en attendant des ordres écrits, pendant tout le temps que l'observateur est en route. Ce procédé très ingénieux a été appliqué pour la première fois par MM. les capitaines Penel et Bassot, et pourra devenir le point de départ de modifications à introduire dans notre système de télégraphie optique.

Je viens de vous démontrer, Messieurs, que les observations azimutales comportent une extrême précision; mais notre démonstration suppose qu'on a préalablement pris certaines précautions essentielles, trop souvent négligées ou considérées comme secondaires dans les travaux de la carte de France : l'observateur et l'instrument doivent être indépendants l'un de l'autre, et l'instrument doit reposer sur un support invariable. On comprend, en effet, que, si le support n'est pas fixé, s'il s'élève ou est bâti sur un terrain mouvant, le poids de l'observateur, dans les diverses positions qu'il prendra autour du centre de la station, suffira pour déplacer le cercle et par suite introduira dans les observations des erreurs considérables qui les feront rejeter comme absolument vicieuses. De même, dans les cas où l'on est obligé d'élever l'instrument à une grande hauteur pour dominer des obstacles qui empêchent de voir les points voisins, il ne suffit pas que les deux conditions précédentes soient satisfaites, il faut encore que le vent n'ait aucune prise sur le support et ne puisse le faire osciller. — J'ajouterai deux autres conditions à satisfaire : l'instrument doit être garanti contre les rayons directs du

soleil; et s'il n'est pas placé au centre même de la station, les éléments de réduction au centre doivent être mesurés avec la plus grande exactitude.

Pour éviter toutes les causes d'erreur que je viens de signaler, j'ai adopté les dispositions suivantes : A chaque station, au-dessus de la borne-repère, je fais élever un pilier maçonné de 1^m20 de hauteur et de 0^m60 de côté, sur la surface supérieure duquel je projette le centre de la station; autour de ce point, je décris deux circonférences de cercle de 0^m085 et 0^m265 de rayon sur lesquelles viennent se poser les pointes des héliotropes et celles des vis calantes du cercle. On n'a pas ainsi d'erreur de centre à craindre, puisque, pendant les observations, le centre du cercle azimutal est situé sur l'axe même du repère et que les miroirs visés satisfont à la même condition. Pendant la durée des mesures, on dresse successivement autour de chaque pilier une baraque — observatoire — en bois, de 2 mètres de hauteur et 2 mètres de côté, dont les quatre montants verticaux et les quatre traverses inférieures soutiennent un plancher, découpé au centre de manière à ne pas toucher le pilier en l'encastrant et destiné à supporter l'observateur. Le toit et les parties latérales supérieures sont recouverts de grosse toile verte, à l'exception de la partie centrale du toit occupée, suivant un carré de 80 centimètres de côté, par une large glace horizontale en verre dépoli, qui projette sur le limbe la lumière blanche du zénith. Enfin, dans les circonstances exceptionnelles, lorsqu'il faudra élever l'intrument à des hauteurs considérables, à 20 ou 25 mètres par exemple, au lieu de charpentes comme support, nous ferons construire des tours maçonnées, autour desquelles seront disposées les charpentes destinées à supporter les observateurs. — Autant que possible, nous opérerons au centre même de la station; si, cependant, dans certains cas, nous étions obligés d'observer en dehors du centre, nous calculerions la réduction résultante, non point au moyen de la formule habituelle

$$\frac{r.\mathrm{Sin}\,(0+y)}{\mathrm{D\,Sin\,1''}} - \frac{r.\mathrm{Sin}\,y}{\mathrm{G\,Sin\,1''}}$$

dans le calcul de laquelle le sens de l'angle y mal entendu peut causer des erreurs grossières, mais au moyen de la formule plus simple

$$\frac{r}{\mathrm{K\,Sin\,1''}}\,\mathrm{Sin}\,(l_1 - l_0)$$

dans laquelle r désigne l'excentricité, K la longueur du côté correspondant à la direction visée, l_1 la lecture sur le limbe pour la même direction et l_0 la lecture correspondant à la direction du centre de la station.

Ainsi, Messieurs, grâce aux instruments que nous employons, grâce aussi à notre méthode d'observation et aux précautions prises pour éviter les causes d'erreur grossières, nous pouvons espérer que la révision de notre méridienne sera effectuée avec une très grande précision. Il semble même, au premier abord, qu'elle pourrait être exempte de toute erreur appréciable. Malheureusement, l'observateur n'a pas seulement à lutter contre les erreurs de pointé, de lecture et de division, qu'il est facile de définir et d'atténuer presque indéfiniment; même en supposant ces erreurs tout à fait éliminées, les mesures azimutales restent encore soumises à d'autres influences dont il est impossible de les affranchir entièrement. L'observateur n'opère pas dans le vide; il est entouré d'une atmosphère variable, capricieuse, dont la présence suffit souvent à causer des perturbations bien supérieures aux erreurs que donnent les instruments. N'avez-vous pas vu quelquefois, dans la campagne, par une chaude journée d'été, les objets situés à l'horizon se déformer, se mouvoir dans tous les sens d'une manière irrégulière et quelquefois fantastique, des colonnes droites transformées en colonnes torses, des flèches aiguës d'église d'abord nettement visibles et disparaissant bientôt après, comme noyées dans des ondes opaques? N'avez-vous pas vu des phénomènes de mirage si variés et toujours si surprenants? C'est l'atmosphère seule qui est la cause et le siége de ces réfractions anormales d'où résultent les déplacements apparents des signaux et par suite des erreurs dans les directions observées. Les réfractions latérales sont surtout à craindre, en géodésie, lorsque le rayon qui tombe sur l'objectif de la lunette a traversé des couches irrégulièrement disposées et de densités croissant ou décroissant de part et d'autre d'une surface oblique de position variable avec la hauteur et l'intensité du soleil, lorsqu'il est trop plongeant ou lorsqu'il rase des mouvements de terrain suréchauffés. Dans ces trois cas, si fréquents pendant les fortes chaleurs de l'été, le géodésien doit se reposer et attendre patiemment des circonstances atmosphériques plus favorables au milieu desquelles les anomalies ne sont pas sensibles; quel que soit son désir d'observer et d'éviter toute perte de temps, il ne doit viser les miroirs que lorsqu'ils donnent des images fixes et suffisamment réduites pour fournir de très bons pointés.

C'est la présence seule de l'atmosphère qui fait que les mesures angulaires ne sont jamais comparables pour la précision avec les mesures de longueur. Je vous rappellerai, à ce sujet, que l'exactitude des mesures linéaires peut s'étendre presque indéfiniment.

Autrefois, les géographes s'estimaient heureux lorsque la reprise de la mesure d'une base ne donnait, sur une longueur de 5,000 ou

6,000 toises, qu'une différence de 5 à 6 pouces. Aujourd'hui, nos bases d'Algérie ont été mesurées avec une erreur probable qui ne dépasse pas 1 centimètre pour des longueurs de 10 à 11,000 mètres, et la base de Madrilejos, mesurée en Espagne avec la règle la plus perfectionnée qui existe, est probablement exacte à moins de 3 millimètres, et comme elle a 14664^{m}50 de longueur, l'erreur relative probable est exprimée par la fraction $\frac{1}{5860000.}$

Bien des essais ont été tentés pour mettre les observations angulaires à l'abri des erreurs qu'entraîne la présence de l'atmosphère. Dans ces derniers temps même, on m'a reproché assez vivement de n'avoir pas remplacé les observations de jour par des observations de nuit faites au moyen de réverbères, ou, tout au moins, de n'avoir pas fait des comparaisons préalables entre les deux espèces d'observations; mais, Messieurs, ces reproches ne sont pas fondés, et je n'ai pas cru devoir en tenir compte. Les comparaisons demandées ont déjà été faites en divers points du globe, et la question nous paraît jugée sans réplique. Depuis longtemps déjà, les observations de nuit ont été abandonnées pour la mesure des distances zénithales, à cause des variations extrêmes de la réfraction d'une nuit à l'autre et dans l'intervalle d'une même nuit. Il est vrai que MM. Biot et Arago ont observé certains angles, de nuit, avec des réverbères comme points de mire; mais s'ils ont opéré ainsi, c'est uniquement parce que les distances comprises entre les points visés étaient très considérables, et que des signaux ordinaires n'auraient pas été visibles. S'ils avaient eu l'idée d'employer des héliotropes, ils auraient certainement renoncé à opérer pendant la nuit. On sait, du reste, que leurs observations sont loin d'être parfaites. Sur le parallèle de Paris, dans la partie orientale, le colonel Henry a pointé la nuit des réverbères, et les discordances entre les résultats donnés par les séries d'un même angle, ont atteint jusqu'à 42 secondes; dans la section occidentale, exécutée en partie par le colonel Bonne, les observations de nuit ont donné des résultats inférieurs à ceux des séries faites de jour. Le colonel Puissant, en parlant des fortes discordances que présentent les résultats des observations azimutales faites avec la polaire et un réverbère, les attribue au réverbère et admet qu'il se produit, la nuit, des réfractions latérales très dangereuses, lorsqu'on pointe des objets à l'horizon. Le colonel Peytier a constaté, dans les observations azimutales faites sur les parallèles d'Amiens et de Bourges, des discordances énormes qui ne se sont jamais présentées dans les observations de jour; elles ne sauraient, dit-il, être attribuées au pointé de la polaire, puisqu'on obtient pour la latitude des résultats très concor-

dants. C'est donc le pointé du réverbère qui présente de l'incertitude. Les ingénieurs anglais sont arrivés aux mêmes conclusions; dans l'Inde, le colonel Lambton a trouvé, dans ses observations de nuit, des discordances énormes bien supérieures à celles des observations de jour. Aussi, le colonel Everest, son successeur, a-t-il adopté de préférence les observations de jour faites avec des héliotropes pour points de mire. En Prusse, en Espagne, en Angleterre, partout enfin, les observations de nuit ont été rejetées; elles ne présentent, en effet, au point de vue de la précision, aucun avantage, comme nous venons de le montrer. Mais en présenteraient-elles, qu'elles devraient être repoussées, car elles offrent des inconvénients énormes. La première condition que doit rechercher un géodésien pour obtenir des résultats satisfaisants, c'est une bonne installation, grâce à laquelle il n'ait pas à se préoccuper outre mesure des nécessités matérielles de la vie, de sa sécurité personnelle, de la conservation de ses instruments et des difficultés qu'il rencontrera pour les transporter sur les sommets élevés; et il ne peut réaliser cette condition que *de jour,* car il n'opère pas comme l'astronome dans un observatoire bien fermé, commodément assis dans un fauteuil roulant ou à genoux sur des coussins moelleux, en des points voisins de grands centres de population, où on trouve toujours un abri, la nourriture et le coucher, où les orages et le vent ne sont à craindre, ni pour lui, ni pour ses instruments. Le géodésien choisit d'ordinaire ses lieux de station sur des points culminants, élevés, d'un accès difficile. Pour les atteindre, même de jour, il faut souvent dépenser beaucoup de force et faire appel à tout son courage. Ainsi, au Canigou, à Bugarach, à Espira, qui sont des points où nous sommes allés l'année dernière, l'ascension *de nuit* présenterait des difficultés et des dangers qui rebuteraient les plus intrépides observateurs. Et l'on ne doit pas songer à camper sur ces pics, car le terrain sur lequel on peut s'y mouvoir sans danger, suffit à peine à recevoir et à amarrer une baraque-observatoire, et, de part et d'autre, on est comme suspendu au-dessus de l'abîme. J'en appelle à tous ceux qui ont pratiqué les observations géodésiques et qui en connaissent, par expérience, les fatigues et les dangers.

Et nous ne sommes pas suspects, Messieurs, de reculer devant les difficultés et de rechercher la commodité et le confort au détriment de l'exactitude de nos observations; depuis dix ans, nous pratiquons la géodésie, non point dans une chambre, ni dans une baraque bien confortable où nous pourrions faire, à des amis curieux, les honneurs du ciel et de la terre, mais sur les sommets les plus inaccessibles en Angleterre, en Corse, en Algérie, en France; nous avons vu la mort de près, et deux de nos collaborateurs ont été emportés par des mala-

dies contractées dans notre service. Nous avons donc le droit d'espérer que notre opinion sera partagée par tous ceux qui savent se rendre compte des difficultés de la géodésie pratique, et qu'on ne sera pas surpris si les observations de nuit ont été absolument écartées de notre programme d'opérations.

Indépendamment des mesures azimutales, nous nous proposons encore de déterminer la différence des niveaux de la mer à Dunkerque et à Perpignan, par un nivellement géodésique spécial effectué au moyen de distances zénithales *réciproques* et *simultanées* observées à tous les sommets d'une ligne brisée voisine de la méridienne, et dont les côtés ne dépasseraient pas en longueur 12 kilomètres. Les points de cette ligne qui ne font pas partie de la méridienne seront rattachés à elle par une triangulation secondaire; les distances zénithales seront mesurées aux heures de la journée où la réfraction est minimum, entre 11 heures du matin et 3 heures du soir, à des instants fixés d'avance et signalés, par l'un des observateurs, à celui qui est placé à la station conjuguée, au moyen de coups de miroir convenablement espacés. C'est la première fois qu'on aura pu, en France, réaliser la simultanéité des observations dans la mesure des hauteurs sur une ligne d'une très grande étendue, et nous pourrons, j'espère, en tirer des conclusions très importantes.

Vous savez, en effet, que le géodésien, après avoir déterminé la forme approchée de la terre, calcule en chaque point l'altitude de la station au-dessus de cette surface hypothétique qui se rapproche le plus possible de la surface du niveau des mers, prolongée à travers les continents; le géomètre, de son côté, exécute un nivellement à petites portées qui donne, sur la verticale de chaque lieu, l'altitude de la station au-dessus de la vraie surface prolongée de la mer. La comparaison des résultats obtenus par ces deux sortes de nivellement fera connaître, en certains points communs, la différence de hauteur entre la surface vraie et la surface hypothétique, et cette différence pourra conduire à des résultats très intéressants sur les perturbations de la vraie forme de la terre ou sur les déviations locales.

Il nous a paru aussi utile de déterminer, dans des conditions favorables qu'on a rarement pu réaliser, le degré de précision des mesures de hauteur par le baromètre. Pour cela, à chacune des stations conjuguées, on observe *simultanément* six fois par jour, à des heures voisines du maximum et du minimum de pression, c'est-à-dire à 8^h, 9^h, 10^h; 2^h, 3^h et 4^h, la hauteur du baromètre, la température de l'air et l'état hygrométrique, par le psychromètre d'August. A l'aide de ces lectures répétées en chaque station pendant huit ou dix jours de suite, nous pourrons calculer, en partant de la mer à Port-Vendres,

l'altitude de la mer à Dunkerque, et conclure de l'ensemble de nos observations quelle est, dans les circonstances habituelles, l'erreur probable d'une mesure de hauteur par le baromètre. — Nous pensons que la précision des mesures barométriques a été considérablement exagérée par les voyageurs.

Enfin, sur le double désir exprimé au Bureau des longitudes et à l'Observatoire, nous avons été autorisés par M. le Ministre de la guerre à faire, en chaque lieu de station, des observations magnétiques pour déterminer la déclinaison, l'inclinaison et la composante horizontale de l'intensité magnétique du globe terrestre. La géographie magnétique de la France est peu connue, et les seules observations de quelque valeur que nous possédions ont été faites chez nous par des savants étrangers, par Lamont, en 1856 et 1857, et par les révérends Pères Perry et Sidgreaves de Stonyhurst, en 1868. Nous avons pensé que nous pouvions aider à combler une lacune importante, et nous avons accepté avec empressement l'offre qui nous était faite. Quelques personnes ont paru craindre que la diversité des observations multiples dont nous sommes chargé ne compromît la précision des mesures azimutales; je me hâte de les rassurer. La révision de la méridienne géodésique est et restera toujours la partie essentielle de notre travail; la *méridienne magnétique,* les mesures zénithales, barométriques et autres, ne sont pour nous que des objets d'ordre secondaire, qui nous permettent d'utiliser nos trop nombreux loisirs dans la montagne, mais qui seront toujours subordonnés à l'objet principal de nos opérations.

Vous le voyez, Messieurs, la mission qui nous est confiée peut fournir à la science de la terre des données neuves et très intéressantes; et je suis heureux de vous annoncer que les résultats déjà obtenus sont très satisfaisants. Nos opérations, commencées au printemps de 1870, ont été interrompues par la guerre, et n'ont pu être reprises qu'au mois d'août 1871. Mes deux collaborateurs, MM. Penel et Bassot, sont venus me retrouver au retour de leur captivité en Allemagne, où j'avais aussi été emmené comme prisonnier après la capitulation de Metz, et nous avons eu, du moins, après tant d'épreuves, la satisfaction de nous trouver réunis tous les trois pour recommencer l'œuvre qui nous est commune. Dans le courant de l'automne de 1871, nous avons pu faire quatre stations, dont les résultats ont été soumis à la haute approbation du Bureau des longitudes; pendant la campagne de 1872, nous avons effectué la liaison, sur la côte Forceral-Canigou, des triangulations de l'Espagne et de la France, et nous avons poussé nos observations jusqu'aux sommets voisins du parallèle de Rodez.

Le sujet que j'ai traité devant vous n'est certes pas de ceux qui comportent une exposition brillante; il est un peu aride. Je n'ai pas craint pourtant de l'aborder dans cette enceinte, assuré que j'étais à l'avance de votre attention bienveillante pour des travaux qui sont l'expression la plus élevée de la géographie mathématique du globe. Il me reste à vous prier de m'accorder encore quelques minutes que je désire mettre à profit pour vous exposer en peu de mots la situation de la géodésie française.

La géodésie est une science d'origine toute moderne, et, on peut le dire, de création toute française. C'est l'Académie de France qui a eu la gloire et l'honneur d'entreprendre et d'exécuter les premières expéditions destinées à faire connaître la forme de la terre, en France, en Laponie, au Pérou, au cap de Bonne-Espérance, en Espagne. Ce sont les savants français Laplace, Legendre, Delambre, Puissant, etc., qui ont imaginé les premières méthodes vraiment scientifiques d'observation et de calcul; c'est la France qui a donné le mouvement à l'Europe en accomplissant cette triangulation grandiose qui est restée longtemps sans rivale.

Mais nous sommes forcés, à notre grand regret, de l'avouer : depuis longtemps déjà, la science géodésique semble avoir émigré à l'étranger. Sous l'impulsion des savants allemands Gauss, Bessel et Baeyer, elle a revêtu une forme nouvelle, basée sur le calcul des probabilités; les instruments ont été perfectionnés, ainsi que les méthodes d'observation et de calcul; des travaux gigantesques et d'une précision nouvelle ont été exécutés dans toutes les parties du monde; des progrès considérables ont été accomplis, qu'on ne peut considérer sans tristesse, car c'est toujours hors de France qu'ils ont été réalisés. — A force de répéter et de croire que l'Europe nous jalousait, qu'elle nous enviait notre triangulation, nous avons fini par négliger de lui donner le degré de précision qu'elle comportait, et les nations voisines, profitant de l'expérience acquise par nos travaux, nous ont toutes dépassés. C'est à Berlin que la géodésie tient, de nos jours, ses assises solennelles, à Berlin où le général Baeyer, président de l'Association géodésique internationale, centralise et coordonne toutes les triangulations des États de l'Europe compris entre Christiania et Palerme.

C'est la suppression du corps des ingénieurs géographes et sa fusion avec le corps d'état-major qui ont porté un coup funeste à la géodésie française. Soit parce que, dans ces dernières années, la science n'était guère en honneur dans l'armée, et que les officiers préféraient aux rudes et minutieux travaux de la géodésie les

occupations plus brillantes et les loisirs mondains des états-majors, soit parce que l'enseignement à l'École d'état-major est élémentaire, incomplet, suranné et tombe sur un terrain peu disposé à le faire fructifier, soit enfin pour d'autres causes que je ne saurais définir ici, le recrutement des géodésiens dans l'armée est tari ou empêché d'une manière à peu près complète: quatre ou cinq officiers seulement veulent bien se consacrer aux études et aux travaux de la géodésie. Dans le public, même dans celui qui a la prétention de savoir lire les cartes topographiques, on ignore jusqu'au nom même de la science géodésique; on voit bien le monument qui est la carte de France, mais on n'en connaît pas les fondations. A l'Académie, au Bureau des longitudes, dans tout notre monde savant, on pourrait bien compter deux ou trois représentants de la science géodésique, envisagée sous son point de vue spéculatif, deux ou trois voyageurs qui ont accompli, au péril de leur vie, des triangulations importantes dans des pays étrangers et parmi lesquels nous plaçons, en première ligne, notre éminent collègue, M. d'Abbadie, mais on n'en pourrait citer aucun qui ait consacré sa vie à la pratique et à l'étude de la géodésie et qui ait dirigé ou exécuté les opérations de haute géodésie, sans lesquelles toutes les combinaisons théoriques des géomètres ne peuvent avoir ni base sûre, ni consécration suffisante.

La comparaison des rares travaux produits chez nous avec les nombreux travaux qu'on a produits en Allemagne, en Russie, en Espagne, aux Etats-Unis et dans l'Inde, ferait ressortir une infériorité humiliante du côté de la France, et nous renonçons à la tenter devant vous. Mais, il ne faut pas craindre de le dire, la France a perdu, en géodésie, la place d'honneur qu'elle avait si longtemps occupée. Saura-t-elle la reconquérir un jour? Je l'espère.

La guerre de 1870 porte avec elle ses terribles, mais aussi ses salutaires enseignements, qui ne sauraient être perdus pour nous; elle a montré, de manière à convaincre les plus incrédules, combien les études et les connaissances géographiques, si négligées dans notre pays, nous ont fait défaut dans ces douloureuses circonstances, combien leur absence a contribué à aggraver nos désastres. Déjà, dans l'armée, des esprits sérieux et réfléchis coalisent leurs efforts pour populariser et répandre, sous diverses formes, le goût et l'enseignement de la géographie; au Dépôt de la guerre, des officiers modestes et dévoués à leur œuvre, parmi lesquels je place en première ligne M. le commandant Bugnot, s'attachent à perfectionner les moyens de reproduire et de multiplier les richesses cartographiques de ce grand Etablissement. La géodésie seule est un peu délaissée encore; mais il n'est pas possible que, parmi tant d'officiers qui se

livrent avec persévérance à l'étude de la géographie, il n'y en ait pas quelques-uns qui soient bientôt tentés de se joindre à nous pour reconstituer, en France, le service géodésique. Nous n'avons point à leur offrir une carrière brillante, ni l'espoir d'un avancement rapide qui n'est pas accordé d'ordinaire aux géodésiens; mais nous pouvons leur montrer tous les grands travaux qui nous restent à accomplir et auxquels ils seraient appelés à prendre part; nous pouvons faire appe à leur patriotisme le plus désintéressé, en leur prouvant qu'en venant à nous ils contribueront au relèvement d'une science qui eut autrefois, en France, une longue période de grandeur et de gloire, d'une science d'origine française, qui a émigré à l'étranger, et qu'il faut ramener à son premier berceau, dans l'intérêt de notre patrie, pour l'honneur de la science et de l'armée.

M. Alexandre LÉON,

Conseiller général de la Gironde.

Les Landes de Gascogne.

MESSIEURS,

L'Association française pour l'avancement des sciences a pensé que le but qu'elle poursuit ne serait pas complètement atteint si, à côté des communications des savants sur leurs études, leurs travaux, leurs découvertes, ne venaient se placer les informations des hommes pratiques, signalant à la fois et les services que la science rend à l'industrie et les services qu'elle est appelée à lui rendre.

Ce n'est donc pas un savant qui prend aujourd'hui la parole, c'est simplement un homme du pays qui, répondant à la bienveillante insistance de la Science vient esquisser les principaux faits de l'industrie des landes de Gascogne, et poser à la Science quelques-uns des problèmes dont la solution intéresse cette industrie. Ma communication prendra, si vous le voulez bien, le titre d'aperçu de la géographie industrielle des Landes.

I

Au point de vue physique, les Landes s'étendent de l'embouchure de la Gironde jusqu'à l'embouchure de l'Adour, sur une longueur de 260 kilomètres, le long des côtes de l'Océan, et sur une profondeur qui varie de 30 à 120 kilomètres. Leur superficie est de près de deux millions d'hectares.

Les Landes forment dans le sens de leur largeur, de l'ouest à l'est, trois zones distinctes :

La zone littorale ou les dunes de sable qui bordent l'Océan, immense chaîne dont les sommets les plus élevés atteignent 100 mètres au-dessus du niveau de la mer, bourrelet mobile que l'Océan a formé lui-même comme pour arrêter ses vagues, et que le vent qui vient d'Amérique bouleversait et déplaçait naguère à son gré, transportait même quelquefois jusqu'à 200 kilomètres dans l'intérieur des terres.

La zone intermédiaire, nommée dans le pays *Lède*, vaste désert plat de sable pur, maigre pâturage de bruyères, parcouru de temps immémorial par de maigres troupeaux, interrompu par ces grands lacs intérieurs que l'on voit sur la carte et dont un seul, le bassin d'Arcachon, communique encore avec la mer.

La troisième zone est la zone habitée et cultivée, celle où les cours d'eau descendus des Pyrénées ont amené la formation des villages d'où les résiniers et les bûcherons rayonnent vers les forêts des deux autres zones.

Je n'essayerai pas de déterminer l'époque des premiers ensemencements de pin maritime le long des côtes de l'Océan, je ne raconterai pas aujourd'hui le grand combat de l'homme contre les vents et les flots pour arriver à fixer définitivement les dunes. Il me suffit de dire ici que la Science a fourni ses meilleures armes, et que sur la liste nombreuse des bienfaiteurs que ce pays lui doit, le nom de Brémontier brille du plus vif éclat. Les dunes sont fixées, et soit qu'elles appartiennent au domaine public, État ou communes, soit qu'elles aient été acquises par des particuliers, elles forment aujourd'hui une forêt qui se ressèmera toujours elle-même et qui, fût-elle incendiée, comme le phénix renaîtrait de ses cendres.

Le vent a commencé le boisement des *lèdes,* en semant au loin la graine des forêts des dunes; les pasteurs aux longues échasses ont longtemps défendu par le feu ce qu'ils considéraient comme leur domaine. La forêt a conquis peu à peu sa part, grâce aux efforts des hommes intelligents, à la marche des idées et à l'évidence de plus en plus manifeste de l'intérêt public et de l'intérêt privé. La loi de 1856, qui a ordonné l'ensemencement général de toutes les landes communales, a abordé de front la lutte contre le régime pastoral. Il n'entre pas non plus dans le cadre de cet aperçu de raconter cette lutte, il me suffira de dire que plus de 30,000 hectares de jeunes forêts ont été incendiés en 1868 et 1869. La pacification se fait, les pasteurs semblent comprendre que la conciliation entre le régime pastoral et le régime forestier est possible et doit s'établir au grand profit de l'élève des troupeaux et du nettoiement nécessaire des forêts. Les moyens de

hâter cette conciliation si désirable sont l'objet des études constantes de nos Sociétés d'agriculture et de nos comices, et une enquête, dont les résultats seront bientôt publiés, a eu lieu récemment dans tout le pays landais par les soins du directeur général des forêts.

II

Je viens de résumer la physionomie du pays que vous allez traverser dans une prochaine excursion; — Vous comprenez déjà que son industrie a été et doit être l'exploitation et l'utilisation de la forêt de pin.

Pour exploiter la forêt, il faut des routes. La route est difficile à faire dans le sable et coûte très cher, aussi la route est venue tard, n'est même pas encore venue pour la majeure partie du pays. L'exploitation a donc commencé le long des routes à mesure qu'elles se faisaient, ou aux abords des centres de population.

Autour des pays vignobles, dans la Gironde surtout, les éclaircies des forêts naissantes ont fourni des échalas et beaucoup de semis ont été faits en vue de la seule exploitation des échalas. Autour des villes, Bordeaux, Mont-de-Marsan, Dax, Bayonne et autour des localités de moindre importance, on a exploité en vue du chauffage, et, à mesure que les voies de communication se sont étendues et que les frais ont diminué, le rayon approvisionné par le combustible landais, bûches ou charbon, s'est agrandi. Aujourd'hui les *falourdes* ou fagots des Landes vont même approvisionner les fours de la boulangerie parisienne. Les grands arbres placés à portée des villes ont été dès longtemps débités en planches ou en bois de charpente, et l'utilisation du pin s'est faite partout où la route allait atteindre la forêt.

La mise en valeur marchait lentement comme la construction des chemins, lorsqu'une révolution due à la Science est venue apporter la vie et la fortune. Cette révolution c'est le chemin de fer de Bordeaux à Bayonne, complété par les 400 kilomètres de routes agricoles que la Compagnie des chemins de fer du Midi a construits à droite et à gauche du chemin de fer. La logique devait conduire le chemin de fer de Bordeaux à Bayonne par l'ancienne route suivie par les diligences et les malles-postes et tracée par la civilisation. Le pays habité promettait la marchandise et les voyageurs. L'inspiration la plus heureuse, à l'encontre de la logique, a lancé la voie de fer à travers le désert des Grandes Landes, et la vie et la civilisation, créées comme par enchantement, sont venues, au point de vue même des intérêts de l'entreprise, donner raison à l'inspiration.

Le chemin de fer a immédiatement offert au pin des Landes un débouché nouveau et indéfini; le pin a fourni les traverses de la voie

ferrée. Mais le bois de pin se détériore rapidement et les traverses n'auraient pas duré plus de deux à trois ans, si la Science, venant au secours de l'industrie, n'avait fourni les moyens de les conserver. C'est dans les Landes que le docteur Boucherie a commencé ses expériences d'injection des bois par l'aspiration ascensionnelle, et son procédé, parfait dans ses résultats, serait encore le seul employé si la difficulté d'injecter assez rapidement des quantités considérables de bois en sève n'avait fait préférer le procédé mécanique de l'injection en vase clos qui permet d'opérer sur des bois débités et secs.

C'est dans les Landes et pour le pin maritime que les procédés théoriquement connus depuis longtemps pour l'injection des bois ont été étudiés, perfectionnés et conduits à un degré d'application suffisamment simple et pratique pour qu'il soit possible d'injecter maintenant chaque année, entre les ateliers de Morcenx, Labouheyre et Bordeaux, plus d'un million de traverses. L'injection se fait au sulfate de cuivre; elle ne donne pas seulement au bois de pin une conservation indéfinie, mais elle lui donne aussi de la dureté, de la ténacité et une incombustibilité qui a son importance pour les travaux de construction. L'incombustibilité n'est pas complète, mais l'ininflammabilité est parfaitement constatée. Quant à la ténacité, c'est une qualité spéciale au pin maritime et qui manque complètement aux pins du Nord. Il la doit peut-être à la lutte constante qu'il a dû soutenir contre le vent violent de la mer, et, comme cela arrive pour l'homme, l'adversité l'a rendu fort. Le clou ou la cheville ne résiste pas aux vibrations dans le pin du Nord, le pin maritime a la fibre solide et retient le clou et la cheville.

Ce n'est pas seulement la Compagnie du Midi, mais depuis plusieurs années les Compagnies d'Orléans, du Nord, de l'Ouest, de Lyon-Méditerranée, des Charentes et les Compagnies étrangères qui emploient nos traverses à l'entretien de leurs voies principales; il en a été expédié en Algérie et même dans l'Inde.

Mais dans le bois de pin, l'aubier seul s'injecte; — la Science nous donnera peut-être un jour le moyen de faire pénétrer dans le cœur le liquide antiseptique. Ce serait d'autant plus intéressant qu'il semble que la durée du bois puisse être prolongée au delà de toute prévision par une suffisante pénétration du sulfate de cuivre. On a trouvé naguère dans les mines de Tharsis en Espagne des roues de puits faites par les Romains, dont le bois, imprégné naturellement du cuivre de la mine, a pu se conserver près de deux mille ans.

Le pin injecté a bien d'autres emplois que les traverses; — je citerai un des principaux, les poteaux télégraphiques pour l'admi-

nistration et pour les chemins de fer français et aussi pour les pays étrangers, pour l'Espagne, l'Italie et même le Brésil.

III

Le pin maritime est, on vient de le voir, un produit forestier de premier ordre, qui représente à tout âge et pour des emplois différents, le capital réalisable des revenus accumulés par sa croissance. Mais il est plus que cela, il est la source intarissable d'un revenu annuel. Comme la vigne ou le froment, il donne chaque année sa récolte, une récolte certaine, et qui ne court aucune des chances qui compromettent souvent toutes les autres récoltes. Cette récolte, c'est la résine qui découle de l'arbre le long d'une saignée ou entaille faite à partir du pied. Il y a de bons et de mauvais résiniers, et c'est un art véritable que celui de *tailler* le pin de manière à lui faire produire toute la résine possible, sans porter atteinte à sa végétation et à sa conservation. Il faut que la saignée soit faite avec un *hachot* parfaitement aiguisé, qu'elle n'ait pas plus de 12 centimètres de large, qu'elle soit rafraîchie à propos et souvent, et qu'elle ne s'allonge pas en une année de plus de 60 centimètres. La résine a été ramassée de temps immémorial dans un récipient formé au pied de l'arbre avec des copeaux. Ce récipient, nommé *crot,* ne devient étanche qu'après avoir absorbé une première récolte, et lorsque la saignée s'élève, la résine n'y arrive qu'après une évaporation qui diminue la quantité et altère la qualité. Un homme, dont le nom est à peine connu même dans nos contrées, auquel de son vivant presque personne n'a accordé la moindre attention, a eu l'idée simple, mais ingénieuse, de remplacer le *crot* par un petit pot de terre, qui se suspend à l'arbre par un clou qu'on monte à mesure que la saignée s'allonge et qui va ainsi recevoir la résine à mesure qu'elle coule. Hugues, c'est le nom de l'inventeur, du bienfaiteur qui a doublé le revenu des Landes, et qui est mort pauvre et méconnu comme tant de bienfaiteurs de l'humanité. Malgré l'évidence, la routine résiste encore, et la cueillette au *crot* se continue dans presque la moitié des forêts landaises, quoique le pot avec son installation coûte à peine 5 à 6 centimes et se gagne, sur la quantité, dès la première année. Quant à la qualité, il suffit de voir dans les journaux le prix courant des marchés pour constater qu'elle représente une augmentation de 15 pour 100.

Autrefois, on retirait d'abord de la résine, comme aujourd'hui, l'essence de térébenthine, et ensuite du brai sec d'un rouge foncé et transparent et d'un noir opaque. Ces produits ne se vendaient presque exclusivement qu'en France. L'essence valait alors de 50 à 75 francs les 100 kilogrammes et le brai variait, suivant son degré de transpa-

rence, de 8 à 12 francs les 100 kilogrammes, sur les marchés de Bordeaux ou de Dax. L'Amérique alimentait les marchés d'Europe d'essence mieux épurée et de brais ou colophanes de nuance jaune pâle, transparentes, rosées et descendant jusqu'aux teintes foncées des produits landais. La guerre de Sécession arrêta court les importations d'Amérique, et les Landes virent tout à coup affluer les demandes d'Angleterre, de Belgique, d'Allemagne, d'Espagne. En peu de mois, le système Hugues aidant, les fabricants landais arrivèrent à faire des essences aussi pures et des colophanes aussi transparentes que celles d'Amérique; les prix montèrent jusqu'à 250 francs les 100 kilogrammes pour l'essence, et jusqu'à 90 francs les 100 kilogrammes pour les colophanes jaune pâle, se soutenant de 40 à 50 francs pour les brais de nuances inférieures. Mais la science était-elle pour beaucoup dans cette amélioration considérable du produit? — Les procédés d'épuration et de fabrication s'étaient-ils modifiés? — Non! le fabricant, stimulé par les prix élevés, a mieux soigné sa fabrication, mais la *cuite* se fait aujourd'hui au même *feu nu* qu'autrefois, et le *cuisinier* ou fabricant, à force de soins et d'attention, la réussit le plus souvent qu'il peut. Tel fabricant obtient beaucoup de colophanes *pâles,* tel autre ne peut éviter le *coup de feu* qui les rougit. Tous réussissent mieux avec la résine du printemps et ne peuvent, dès le 15 août, éviter la teinte rougeâtre, comme si la résine qui a coulé pendant les chaleurs de l'été ou sous les pluïes de l'automne subissait une décoloration inexpliquée. Au risque de passer à ses yeux pour un enfant terrible, je demande, au nom des Landes, à la Science de venir à nous, d'étudier la cueillette de la résine, d'examiner ensuite nos procédés de fabrication et de chercher, de trouver le plus tôt possible ou le moyen d'empêcher la coloration de nos produits résineux ou celui de les décolorer après la fabrication, de manière à nous permettre de livrer couramment au commerce du monde des essences toujours limpides et des colophanes *vierges,* comme les appellent les Américains.

Nous avons envoyé une mission en Amérique étudier la question commerciale de la production, et la question industrielle de la fabrication. Nous sommes rassurés sur la question commerciale, c'est-à-dire qu'avec la cherté de la main-d'œuvre en Amérique, avec la marche des défrichements qui éloigne de plus en plus les forêts des ports de mer, nous n'avons plus à craindre que l'invasion des produits américains vienne avilir les prix sur les marchés d'Europe, comme elle les a momentanément avilis après la guerre de Sécession en y exportant à la fois les produits accumulés de trois années de récoltes. Sur la question industrielle nous n'avons rien appris en Amérique. Les

fabricants y opèrent à peu près comme chez nous, par routine, et n'ont pas résolu le problème. Puissent les chimistes éminents réunis au Congrès de Bordeaux nous en envoyer bientôt la solution !

IV

Mais je n'en ai pas fini avec le pin maritime, avec l'*arbre d'or* des Landes.

Comme l'homme, le pin vieillit, et lorsqu'il a atteint l'âge où il faut l'abattre et l'exploiter, il ne donne pas seulement des traverses ou des planches, il laisse une masse de débris qui ne valent pas comme bois de chauffage les frais de transport jusqu'aux centres consommateurs. On a songé à cuire des briques et des tuiles là où l'on a rencontré quelques bancs d'argile; on a essayé quelques verreries avec le sable des dunes, mais on a trouvé une véritable richesse le jour où découvrant sous le sable des lèdes quelques couches de minerai de fer, on a construit le premier haut fourneau. Dès ce jour les débris et les souches des grands arbres ont été convertis en charbon et les fourneaux landais ont coulé les seules fontes que puissent donner les minerais des Landes, des fontes phosphoreuses, spécialement propres au moulage des pots en fer, dont les Landes ont alimenté longtemps et alimentent encore tout le midi de la France, et une exportation assez étendue.

Je ne raconterai pas à la suite de quels tâtonnements et comment, les voies d'eau aidant jusqu'à Dax, les voies de terre et le chemin de fer portant dans l'intérieur du pays, le minerai de Bilbao, des mines de Somorostro, est parvenu à alimenter les fourneaux de Labouheyre, de Dax, de Castex, d'Uza, d'Ichoux, de Lamothe, de Pontenx, etc., et donne des fontes de moulage et d'affinage supérieures à toutes les autres fontes de France, estimées en Angleterre et en Belgique où elles s'exportent en notable quantité. Comme fontes de moulages, leur résistance est attestée par les canons de la marine fabriqués à Ruelle et qui tonnaient pendant le siége de Paris, du haut du Mont-Valérien. C'est le directeur éminent de la fonderie de Ruelle, M. le colonel du Temps du Gric qui a compris le parti qu'on pouvait tirer des fontes des Landes et qui, par son insistance persévérante et par ses conseils éclairés, a amené les maîtres de forges des Landes à fabriquer des fontes dont la résistance à la poudre a dépassé toutes les espérances. Comme fontes d'affinage, les fontes des Landes produisent ces excellents fers d'Ichoux, de Pontenx, de Beaulac, de Castex et d'Uza, qui concurrencent heureusement les fers de Suède; ou bien elles vont dans les grandes usines de l'intérieur de la France servir à

améliorer la qualité des tôles, des essieux, des pièces mécaniques, et concourir à la réussite des aciers les plus estimés.

Le minerai de Bilbao contient très peu de manganèse, et la clientèle voudrait des fontes manganésées. Le minerai de Bidassoa commence à lui en fournir, mais est-on bien certain que le minerai de la Bidassoa vaille par ailleurs le minerai de Somorostro, et ne serait-ce pas encore un progrès à demander à la Science que d'enseigner un moyen simple et pratique pour ajouter, dans le fourneau, un dosage de manganèse pur qui n'irait pas se perdre dans les laitiers ? Le manganèse abonde dans les Pyrénées, et la Science voudra bien nous venir en aide.

Si les limites de cet exposé déjà bien long me le permettaient, j'aurais à parler de quelques autres industries des Landes, filles de la Science elles aussi et qui auraient bien des questions à poser à leur mère. Mais je passe et les fabriques d'huiles et de graisse de résine, et les fabriques d'acide pyroligneux, et les établissements naissants où l'on convertit le bois de pin en magnifique pâte à papier; je passe aussi les ateliers pour la construction des wagons qui viennent d'importer dans nos contrées cette industrie de l'Alsace.

V

La véritable fortune des Landes, c'est la route. Ouvrez une route dans les Landes qui relie la forêt ou à un centre de population, Dax, Bayonne, Mont-de-Marsan, Bazas, Bordeaux, ou à une gare du chemin de fer, Morcenx, Labouheyre, Marcheprime, et aussitôt vous amènerez, avec l'écoulement facile des produits, la civilisation et la richesse.

Il a été déjà construit beaucoup de routes dans les Landes et l'élan a été donné par l'ouverture du réseau des routes agricoles que l'État a fait exécuter par la Compagnie des chemins de fer du Midi ; mais il faudrait encore au moins 800 kilomètres de routes pour desservir convenablement, je ne dis pas complètement, le vaste pays des Landes.

Le littoral de l'Océan, surtout dans la partie comprise entre le bassin d'Arcachon et l'embouchure de la Gironde, est encore presque totalement deshérité de chemins. Ce n'est pas aujourd'hui que les événements malheureux ont si gravement ébranlé les finances publiques et augmenté le poids de l'impôt, qu'il serait possible d'entreprendre la construction à bref délai des routes les plus nécessaires.

Ces routes coûtent trop cher dans ces déserts sablonneux, presque

partout dépourvus de pierres. Elles ne reviennent pas à moins de 10,000 francs par kilomètre pour un empierrement de 3 mètres de large seulement, et le roulage qu'elles ont à supporter dès leur ouverture est tel que leur entretien coûte au moins le double de celui des autres routes du département de la Gironde.

La science ici encore, et la science de l'administrateur aussi bien que celle du constructeur, n'a pas dit son dernier mot. Le chemin de fer doit précéder la route ordinaire, parce que le chemin de fer est le seul moyen de porter la pierre et de faire la route à un prix raisonnable, et aussi parce que le chemin de fer, en enlevant à la route les gros transports, ramènera la dépense d'entretien à des limites supportables pour les budgets des communes et des départements. Mais le chemin de fer, lui aussi, coûte très cher et ne peut rémunérer le capital qu'il a absorbé.

Là est le problème! A la science et à l'administration de le résoudre.

Quand on prononce, en France, le mot de chemin de fer, on ne distingue pas entre le chemin de fer qui doit relier Bordeaux à Paris, transporter vite et cher des masses d'hommes, de marchandises et d'idées, et le modeste rail qui devrait voiturer économiquement la pierre qui fait les routes et ramener en échange les bois, les charbons ou les résines.

Au second, comme au premier, on impose la largeur, le nivellement parfait, l'alignement irréprochable, la clôture, la gare spacieuse, le télégraphe, les agents galonnés, et même le contrôle onéreux des fonctionnaires de l'État, pour régler, suivant la théorie, les heures et le nombre des trains, des voitures et des employés. On agit pour le moindre chemin de fer en France, comme si l'on appliquait au moindre village l'organisation administrative de la ville de Paris. De là l'impossibilité du chemin de fer agricole.

C'est le chemin de fer agricole, coûtant peu à construire, coûtant peu à exploiter, s'élançant sans contrôle et à son gré partout où la forêt l'appelle, que nous demandons, convaincus que lorsqu'on aura essayé franchement la pratique de ce chemin, on n'en voudra pas d'autres.

Le chemin de fer agricole n'a aucun rapport autre que le rail avec le chemin de fer tel que nous le comprenons en France. C'est une autre idée, il faudrait un autre mot pour l'exprimer. En Amérique, c'est sur des rails et en locomotive qu'on s'élance à la conquête d'un pays nouveau. Le chemin de fer précède le défrichement, il faudrait qu'il en fût de même dans les Landes.

Les limites de cette conversation ne me permettent pas d'approfondir la question; je me borne à indiquer le progrès immense que

constituerait pour les Landes l'adoption des voies ferrées économiques, et j'espère qu'un jour viendra où, sur des rails librement posés le long d'un chemin vicinal ou départemental circuleront librement des trains de marchandises, dont les intéressés fixeront seuls le nombre et modifieront la marche, sans avoir à attendre quinze jours que le ministre les autorise à avancer ou retarder de quelques minutes, et sans avoir à poursuivre une année, jusqu'à Paris, par tous les degrés de la hiérarchie, l'autorisation de modifier une aiguille ou d'agrandir un garage.

Ma critique ne touche pas à la réglementation que la sécurité publique commande sur les chemins de fer que j'appellerai nationaux; elle a pour but de revendiquer l'émancipation absolue du chemin de fer rural et d'appeler l'attention de la science, de l'administration et des intérêts privés sur l'importance qu'il y a pour nos contrées à résoudre le plus tôt possible le problème de la généralisation des voies ferrées.

Je n'en finirais pas avec les *desiderata* qu'un enfant terrible des Landes pourrait poser à la Science. J'en indique encore un et je m'arrête.

L'eau potable est indispensable à la vie. Elle est rare dans les Landes. Les filtres et les puits filtrants qui améliorent les eaux supérieures, les puits isolants qui vont chercher les eaux les plus pures du sous-sol inférieur ont été des progrès. Le puits artésien serait un bienfait immense.

On a essayé quelques puits artésiens dans les Landes : on a réussi sur quelques points, échoué sur la plupart, et les dépenses énormes de tentatives infructueuses nous ont découragés. La Science n'arrivera-t-elle pas à déterminer sur quels points on peut arriver à coup sûr, dans des conditions de profondeur abordables ? Il s'agit de donner la salubrité aux populations, la fécondité à la terre : que la Science avise !

A demain, Messieurs, l'excursion dans les Landes, où votre visite est attendue comme l'ouverture d'une ère nouvelle de progrès.

SÉANCES DE SECTION.

1re ET 2e SECTIONS.

Mathématiques, Astronomie, Géodésie et Mécanique.

Président : M. VALAT, Secrétaire général de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Bordeaux.

Secrétaire : M. LAPORTE, de Bordeaux.

M. Eugène CATALAN,

Professeur à l'Université de Liége.

Nouvelle formule d'Intérêt composé.

(Séance du 6 Septembre 1872.)

I. La relation

$$A = a(1+r)^n,$$

conséquence *nécessaire* du principe de l'*intérêt proportionnel au temps*, conduit à des résultats presque absurdes (1).

D'un autre côté, il est admis que, *si l'on paye l'intérêt simple, on doit toujours le capital.* De cet axiome résultent les rentes perpétuelles (2), l'accumulation des capitaux dans quelques mains, etc.

(1) *Un franc*, placé à 5 pour 100 au commencement de l'an 800, aurait valu, à la fin de 1869, 47 049 000 000 000 000 000 francs.

(2) La France vient de contracter un emprunt de trois milliards, au taux de 85. Notre malheureuse patrie doit donc distribuer, à ses créanciers bénévoles, environ 176 millions par an. Dans cent ans, après avoir payé presque *six fois* la valeur de la dette primitive, *elle ne sera pas plus avancée que le premier jour!*

II. Il s'agit de remplacer la formule ci-dessus par une autre qui ne présente pas les mêmes conséquences antisociales, et qui, cependant, s'accorde sensiblement avec la première, tant que n ne dépasse pas la durée des contrats ordinaires : 40 ans, 50 ans, ou au plus 100 ans. Cette nouvelle formule doit encore satisfaire aux deux conditions suivantes :

1° Que, pour de petites valeurs de n, l'intérêt soit à peu près proportionnel à n ;

2° Que, n augmentant indéfiniment, A *tende vers une limite* assez restreinte : on peut la supposer, par exemple, inférieure à 10 a.

III. Après quelques tâtonnements, j'ai trouvé, comme solution de ce *problème indéterminé,*

$$(1) \qquad y = p\left[e - \left(1 + \frac{n}{100}\right)^{\frac{100}{n}}\right],$$

d'où résulte

$$(2) \qquad A = a + pa\left[e - \left(1 + \frac{n}{100}\right)^{\frac{100}{n}}\right],$$

c'est-à-dire

$$(3) \qquad A = a(1 + y)$$

y représente l'*intérêt de 1 franc, pour n années ;*
e est la *base des logarithmes népériens ;*
p est un *nombre entier, constant,* déterminé par la condition

$$p\left[e - \left(1 + \frac{1}{100}\right)^{100}\right] = \textit{taux de l'intérêt de 1 franc}\,(1).$$

IV. Soit

$$z = \left(1 + \frac{n}{100}\right)^{\frac{100}{n}} ;$$

alors

$$(4) \qquad \log z = \frac{100}{n} \log \frac{100 + n}{100},$$

$$(5) \qquad y = p(e - z).$$

Au moyen des formules (4) et (5), on peut facilement construire une Table numérique, sorte de *Barême des Intérêts.*

(1) Plus exactement p est le *quotient entier* du second membre par

$$e - \left(1 + \frac{1}{100}\right)^{100} = 0{,}013468 .$$

Si, par exemple, le taux est 5 pour 100, comme $\frac{0{,}05}{0{,}013468} = 3.7\ldots$, on fait $p = 4$.

Voici un spécimen de cette table, calculé pour $p = 4$:

n	$\log\frac{100+n}{100}$	$\log z$	z	$e-z$	y	Intérêts successifs de 100 fr.
1	0,0043214	0,432137	2,704814	0,013468	0,05387	5,387
2	0,0086012	0,430009	2,691587	0,076695	0,10678	5,291
3	0,0128372	0,427907	2,678599	0,039683	0,15873	5,195
4	0,0173334	0,425833	2,665836	0,052446	0,20978	5,105
5	0,0211893	0,423786	2,653297	0,064985	0,25994	5,016
6	0,0253059	0,421764	2,640974	0,077308	0,30923	4,929
7	0,0293838	0,419768	2,628864	0,089418	0,35767	4,844
8	0,0334237	0,417797	2,616959	0,101323	0,40529	4,762
9	0,0374265	0,415850	2,605251	0,113031	0,45212	4,683
10	0,0413927	0,413927	2,593742	0,124540	0,49816	4,604
20	0,0791812	0,395906	2,488320	0,229962	0,91985	3,925
30	0,1139434	0,379811	2,397790	0,320492	1,28197	3,211
40	0,1461280	0,365320	2,319100	0,399182	1,59673	
50	0,1760913	0,352183	2,250000	0,468282	1,87313	
60	0,2041200	0,340200	2,188770	0,529512	2,11805	
70	0,2304489	0,329213	2,134098	0,584192	2,13677	
80	0,2552715	0,319091	2,084926	0,633356	2,53342	
90	0,2787536	0,309726	2,040451	0,677831	2,71132	
100	0,3010300	0,301030	2,000000	0,728282	2,87313	
500	0,7781513	0,155630	1,430969	1,287313	5,14915	
1000	1,0413927	0,104137	1,270981	1,547301	6,18920	
∞					$p(e-1)=6,873$	

A la suite de cette communication, quelques membres croient devoir s'élever contre l'expression : *résultats absurdes*, employée par M. Catalan.

Il est bien certain que les résultats quels qu'ils soient que donne la formule ordinaire des intérêts composés sont la conséquence des principes qui ont servi à l'établir, et que c'est à ceux-ci, et non à la formule, qu'il faut imputer les *résultats absurdes* s'il en existe réellement.

M. SAINT-LOUP.

Professeur à la Faculté des sciences de Poitiers.

Sur l'expression de la force élastique d'une vapeur saturée en fonction de la température [1].

(Extrait)

(Séance du 6 Septembre 1872.)

M. Saint-Loup, professeur à la Faculté des sciences de Poitiers, ayant reconnu, d'après les tables de Zeuner, que le rapport de la quantité de chaleur transformée en travail sous pression constante à la chaleur

[1] Le travail complet a paru dans les *Annales de physique et chimie*. Oct. 1872.

latente de vaporisation, est proportionnelle à la température, l'auteur déduit de cette considération une formule très simple applicable au calcul de la force élastique d'une vapeur quelconque, eau, sulfure de carbone, acétone, etc., connaissant trois observations. Ses calculs le conduisent à une seconde formule dépendant de cette autre propriété : si les pressions varient en progression géométrique, les inverses des températures varient en progression arithmétique. L'auteur justifie l'emploi des formules qu'il propose en comparant les résultats qu'elles fournissent pour l'eau et le sulfure de carbone avec les nombres trouvés par M. Regnault et constatant la concordance des deux séries de nombres.

M. SAINT-LOUP.

Rayon de courbure de figures mobiles dans un plan [1].

(Extrait.)

(Séance du 6 Septembre 1872.)

M. Saint-Loup donne une formule qui fait connaître le rayon de courbure de la courbe décrite par un point d'une figure mobile dont deux points décrivent des trajectoires données en fonction des rayons de courbure de ces trajectoires. Il étend cette formule au cas de la recherche d'une courbe mobile liée à une courbe qui glisse sur deux courbes données et cite quelques applications.

M. F. PERRIER,

Capitaine d'état-major, ancien élève de l'École polytechnique.

De la Méridienne de France.

(Séance du 6 Septembre 1872.)

Ce travail a été lu à la séance générale du 11 septembre 1872 [2].

A la suite de cette communication, et sur la proposition du capitaine Perrier, la Section émet le vœu que les travaux de révision de la Méridienne de France puissent être repris. Elle s'associe également à un vœu exprimé par M. d'Abbadie et relatif à des expériences sur le pendule [3].

(1) Les *Nouvelles Ann. de math.*, tome CI, doivent publier ce travail *in extenso*.

(2) Voir aux séances générales, p. 33.

(3) Voir aux séances générales, p. 33.

M. Laurent RESPIGHI,

Directeur de l'Observatoire du Capitole à Rome.

Sur la lunette zénithale de l'Observatoire du Capitole.

(Extrait.)

(Séance du 9 Septembre 1872.)

La solution de certaines questions astronomiques dépend principalement de la mesure exacte des distances zénithales des étoiles à leur passage méridien, et par conséquent de la perfection des instruments et des méthodes qui peuvent s'appliquer à ces observations.

Les instruments principalement destinés à cette mesure sont les cercles méridiens, qui à présent méritent une grande confiance, grâce à leur bonne construction, à l'exactitude de leur graduation et à la précision avec laquelle on peut fixer le principe de numération ou le point zénithal : et les observations sont bien plus sûres pour les étoiles voisines du zénith, car, pour celles-ci, les principales sources d'erreur, telles que la flexion de la lunette et les inexactitudes dans le calcul de la réfraction sont presque entièrement éliminées.

L'expérience a cependant démontré que même les meilleurs cercles divisés ne sont pas entièrement exempts d'erreurs de graduation accidentelles et systématiques qui, malgré leur petitesse, suffisent pour ôter aux résultats des distances zénithales l'exactitude requise pour la solution exacte des questions plus importantes et plus délicates de l'astronomie.

Dans le but d'éviter cette source d'erreurs, les astronomes ont imaginé des instruments spéciaux pour obtenir la mesure des distances zénithales des étoiles qui culminent près du zénith, sans l'usage des cercles ou secteurs divisés, mais seulement au moyen du micromètre filaire.

Mais, presque dans tous ces instruments, la détermination de la verticale ou du point zénithal ne peut pas s'obtenir directement, mais seulement par le renversement du micromètre ou de la lunette, en se basant sur l'indication des niveaux, de manière à introduire une nouvelle source d'erreurs peut-être non moins sensibles que celles des graduations des cercles.

M. Respighi, avec un appareil très simple, a pu se procurer une lunette zénithale, dans lequelle la distance zénithale des étoiles est mesurée directement au micromètre filaire, sans avoir besoin du ren-

versement ni des niveaux. Il a fait construire un instrument de passage avec la lunette à tube cylindrique et muni d'un bon micromètre filaire de onze fils fixes et deux mobiles, tous parallèles et dirigés perpendiculairement au méridien, coupés à angle droit par un autre fil fixe. On dirige la lunette vers le nadir, sur un horizon de mercure placé en dessous de l'objectif, à une profondeur assez grande, et l'on fixe la position du nadir dans le champ oculaire, en faisant coïncider un des fils fixes avec son image réfléchie par le mercure.

Après avoir fixé l'instrument dans cette position, si une étoile passe au méridien assez près de la verticale pour être comprise dans le champ de la lunette, mais en même temps loin du zénith de quelques minutes en arc, il est évident que les rayons, transmis par l'étoile dans le voisinage de l'objectif et du côté où a lieu la culmination ou passage, réfléchis par l'horizon à mercure, à cause de leur inclinaison, tomberont sur l'objectif, et, réfractés par ce dernier, ils viendront former dans le champ de la lunette l'image de l'étoile, que l'observateur, placé à la partie opposée de l'instrument, pourra commodément observer. En pointant alors le fil mobile sur l'image de l'étoile, la distance de cette dernière au zénith sera donnée par la distance angulaire connue du fil mobile au fil fixe pointé sur le nadir.

Pour l'exactitude de l'observation, il est nécessaire cependant de vérifier la condition suivante : il faut que les rayons réfléchis couvrent tout l'objectif, autrement l'image de l'étoile pourrait être déformée et par conséquent sa position deviendrait incertaine. Cette condition établit une relation entre la distance zénithale minimum Z des étoiles observables, la profondeur H de l'horizon de mercure et le rayon R de la section de l'anneau qui porte l'objectif; on a à peu près :

$$\text{tang } Z = \frac{R}{H}.$$

Dans la lunette zénithale que M. Respighi a fait construire pour l'Observatoire du Capitole, l'ouverture de l'objectif est de 4 pouces, la section de l'anneau dans lequel il est fixé est de 0^m13, et l'horizon de mercure peut se placer jusqu'à 30 mètres de profondeur sous l'objectif; c'est pourquoi on peut, par ce moyen, observer les étoiles jusqu'à 6′ de distance minimum du zénith. En appliquant un diaphragme circulaire à l'objectif, on pourrait observer les étoiles plus près du zénith, jusqu'à moins de 5′, en donnant à ce diaphragme une ouverture de 0^m06, ce qui est possible pour les étoiles assez lumineuses.

Près du parallèle de Rome, il y a quelques étoiles de troisième et de quatrième grandeur, dont les distances zénithales sont comprises entre 12′ et 17′, et pour celles-ci une profondeur de 20 mètres serait suffisante, pour l'horizon à mercure.

Plusieurs séries d'observations, faites avec cet instrument, principalement sur les deux étoiles γ' et O Andromède, ont donné des résultats très satisfaisants, puisque les valeurs extrêmes en plus ou en moins des observations isolées ne s'écartent pas plus de 1″ de leur moyenne générale.

On pourrait donner à la lunette zénithale une monture plus simple que celle de l'instrument des passages, mais M. Respighi a préféré cette monture comme la plus commode pour la rectification de l'instrument, pour la mesure et la vérification de la distance des fils fixes et pour la détermination de la valeur de la révolution des vis micrométriques des deux fils mobiles, et aussi pour pouvoir utiliser l'instrument comme lunette méridienne.

M. Respighi, après avoir exposé les avantages que cette lunette zénithale offre sur les autres instruments de ce genre jusqu'à présent imaginés ou construits, montre comment elle pourra devenir très utile aussi pour des recherches géodésiques et principalement pour l'étude des déviations anormales du fil à plomb ou de la verticale.

M. Eugène CATALAN.

Professeur à l'Université de Liége.

Résumé de la théorie des Polyèdres semi-réguliers.

(Extrait.)

(Séance du 9 Septembre 1872.)

L'auteur expose un résumé de la théorie des *polyèdres semi-réguliers*, tiré de son *Mémoire sur la théorie des polyèdres* (1). Il met sous les yeux des membres du Congrès les modèles de l'*hexécontadoèdre* à faces carrées, hexagonales et décagonales, et de l'*hécatonicoèdre*. Ces deux polyèdres *conjugués* (le premier a 120 sommets, le second 120 faces), construits par M. Muret, sont offerts par M. Catalan à M. Valat, président de la section.

En terminant cette communication, l'auteur rappelle que les faits qui ont précédé la publication de son Mémoire sont rapportés dans la brochure intitulée : *Histoire d'un concours*.

Après la communication de M. Catalan, M. Valat prend la parole pour une réclamation de priorité : M. Valat a lu, à l'Académie des sciences,

(1) *Journal de l'École polytechnique*, 41e cahier.

un *Mémoire sur les polyèdres semi-réguliers,* dans la séance du 17 juillet 1854; les Comptes-Rendus hebdomadaires l'ont mentionné (1); et, peu de jours après, M. l'abbé Moigno, dans son *Cosmos,* en a présenté un résumé assez complet. M. Valat a affirmé, contre l'opinion de M. Catalan, qui compte 30 corps semi-réguliers, qu'il y en a d'abord 13 formant le groupe connu depuis Kepler et dont l'invention est attribuée à Archimède; puis deux séries infinies, l'une de prismes droits à bases polygonales et latéralement compris entre des carrés; l'autre, dérivée de la première, en faisant tourner plus ou moins l'une des bases autour de l'axe vertical, de manière à la laisser dans un plan parallèle. M. Valat a nommé ces corps *prismes gauches* ou *tordus :* les bases sont polygonales et les faces latérales sont des triangles équilatéraux.

M. Catalan fait observer : 1° qu'il n'a pu avoir connaissance d'un travail dont le préambule seul a paru dans les Comptes-Rendus; 2° que, si le respectable Président admet seulement 15 espèces de polyèdres semi-réguliers, cette énumération incomplète tient à la définition : M. Catalan appelle polyèdres semi-réguliers soit ceux qui ont les *faces régulières* et les *angles polyèdres égaux,* soit ceux qui ont les angles *polyèdres réguliers* et les *faces égales.*

M. Laurent RESPIGHI,

Directeur de l'Observatoire du Capitole à Rome.

Sur la scintillation des étoiles.

(Extrait)

(Séance du 9 Septembre 1872.)

Après avoir décrit les différentes méthodes d'après lesquelles on a étudié jusqu'à présent le phénomène de la scintillation des étoiles, principalement dans leurs variations de splendeur et de couleur, le professeur Respighi montre comme le spectroscope appliqué au télescope est l'instrument le mieux adapté pour l'étude de ces phénomènes, parce que, sur le spectre des étoiles, on peut facilement constater l'ordre dans lequel se succèdent les changements de couleur et le mode d'après lequel se produisent ces changements eux-mêmes.

Après avoir indiqué les premiers essais de ces observations, faites par M. Montigny, et exposé les études postérieures de l'astronome français, M. Wolf, le professeur Respighi a décrit les résultats obtenus par lui d'une série d'observations nombreuses et régulières, faites par lui en 1868 et 1869, pendant plusieurs mois, sur les spectres de beaucoup d'étoiles, dans toutes régions du ciel et à toutes

(1) *Comptes-Rendus de l'Académie des sciences,* t. XXXIX.

les hauteurs sur l'horizon. Ces résultats peuvent se résumer de la manière suivante :

1re Dans les spectres des étoiles voisines de l'horizon, on observe des bandes ou raies obscures et lumineuses, transversales ou perpendiculaires à la longueur du spectre, plus ou moins larges et définies qui, plus ou moins vite, passent du rouge au violet et du violet au rouge, ou oscillent de l'une à l'autre couleur; et cela arrive dans toutes les directions du spectre, depuis l'horizontale jusqu'à la verticale;

2e Dans les conditions atmosphériques normales, le mouvement des raies obscures et claires procède régulièrement du rouge au violet pour les étoiles placées à l'Ouest, et du violet au rouge pour les étoiles à l'Est; tandis que, dans le voisinage du méridien, leur mouvement est ordinairement oscillant de l'une à l'autre couleur, et même bornées seulement à une partie du spectre;

3e En observant avec le spectre horizontal des étoiles successivement plus élevées sur l'horizon, on voit des bandes ou raies obscures et lumineuses, plus ou moins inclinées sur l'axe du spectre et sensiblement parallèles entre elles, qui semblent passer du rouge au violet ou inversement, suivant que l'étoile se trouve à l'Ouest ou à l'Est;

4e L'inclinaison des raies ou l'angle formé par elles avec l'axe du spectre dépend de la hauteur de l'étoile; elle se réduit à 0° à l'horizon et augmente rapidement avec la hauteur des étoiles jusqu'à devenir de 90° pour une hauteur comprise de 30 à 40°, de sorte que, à cette hauteur, les raies deviennent longitudinales;

5e Les raies sont inclinées avec la transversale au spectre ou avec la verticale du zénith vers la partie la plus réfrangible du spectre lui-même;

6e Les bandes ou raies sont d'autant plus marquées et distinctes que la hauteur des étoiles est moindre; elles deviennent toujours plus faibles et indécises à mesure que la hauteur augmente; à la hauteur de plus de 40°, les raies longitudinales se réduisent à de simples traits nuancés et souvent ne peuvent s'observer sur le spectre que comme des faibles variations générales d'éclat;

7e A mesure que la hauteur augmente, le mouvement des raies devient plus rapide et moins régulier;

8e En tournant le prisme et portant par conséquent le spectre de la direction horizontale à la verticale, l'inclinaison des rayons avec la transversale au spectre va successivement en diminuant, jusqu'à devenir nulle quand le spectre est à peu près vertical; mais alors les rayons deviennent moins marqués, en conservant cependant leur mouvement dans le sens ci-dessus indiqué au n° 3;

9e Les bandes ou raies lumineuses sont plus rares et moins régulières que les obscures, et se présentent bien marquées seulement dans les spectres des étoiles voisines de l'horizon ;

10e Au milieu de ce mouvement général et violent de masses sombres et claires sur le spectre des étoiles, les raies spectrales noires propres de la lumière de chaque étoile se maintiennent sensiblement immobiles ou sont sujettes seulement à de très petites oscillations;

11e Dans les conditions atmosphériques anormales, les raies sont plus faibles et irrégulières de forme et de mouvement;

12e Quand des vents forts dominent, les raies sont ordinairement assez faibles et indécises, et alors on voit sur le spectre de simples changements de splendeur, même dans les étoiles proches à l'horizon et très brillantes;

13e Lorsqu'au spectroscope les raies sont bien marquées et que leur mouvement est régulier, il semble y avoir, dans cette régularité des phénomènes de scintillement, un indice probable de la continuation de la bonne saison, tandis que l'irrégularité de ces phénomènes semble un indice du changement probable dans l'état atmosphérique.

Après avoir exposé les résultats de ses observations, le professeur Respighi montre que, d'après ces résultats, il est incontestablement démontré que la variation de splendeur et de couleur que présentent les étoiles dans le voisinage de l'horizon ne peuvent pas se considérer comme des phénomènes d'interférence, parce qu'il n'est pas possible de concilier avec cette cause la constance et la régularité des phénomènes présentés par le spectroscope, et principalement la destruction successive des rayons des diverses couleurs par une même onde atmosphérique, comme il arrive dans le spectre des étoiles proches à l'horizon, et la destruction simultanée, par une même cause ou condition atmosphérique, de toutes les qualités des rayons du spectre, comme il est démontré par les raies longitudinales présentées par les étoiles plus élevées de l'horizon.

De plus, si les changements de splendeur et de couleur des étoiles voisines de l'horizon étaient produits par des interférences, en variant la direction du prisme relativement à l'objectif, on ferait varier aussi les conditions d'interférence dans les différentes couches de rayons reçus de l'objectif lui-même; ainsi, il en devrait résulter des changements dans les apparences présentées par le spectre, tandis que, au contraire, l'expérience montre que ces apparences se maintiennent invariables pour toutes les positions du prisme et du spectre, depuis la direction horizontale jusqu'à la verticale.

Pour cette raison, la théorie d'Arago sur la scintillation, quoique ingénieuse, ne pourrait se soutenir vis-à-vis des phénomènes régu-

liers présentés par le spectroscope; par là, il est démontré que, si des interférences concourent à la production de la scintillation, leur effet est tout à fait secondaire, et la cause principale est de nature bien différente.

Les résultats des observations spectroscopiques sur la scintillation montrent, avec évidence, que les changements d'intensité et de couleur dans les images des étoiles sont produits par la soustraction réelle et momentanée des rayons lumineux à l'objectif du télescope; que ces soustractions dans le voisinage de l'horizon frappent séparément et successivement les rayons des diverses couleurs, et que tous les rayons d'une couleur donnée ou plutôt d'une portion du spectre sont momentanément soustraits à tout l'objectif.

Cela résulte de la direction constante des raies obscures perpendiculaires à la longueur du spectre et étendues à toute la largeur de ce dernier, tandis que le mouvement de ces raies, ou leur passage du rouge au violet ou *vice versa*, prouve que la cause destructrice ou déviatrice de ces rayons se porte successivement et régulièrement des rayons moins réfrangibles aux plus réfrangibles, ou, *vice versa*, de ceux-ci à ceux-là.

L'inclinaison des rayons obscurs dans le spectre des étoiles plus élevées sur l'horizon prouve, par contre, que la soustraction des rayons d'une couleur donnée s'étend seulement à une section horizontale de l'objectif, tandis qu'elle s'étend simultanément à plusieurs qualités de rayons ou à une plus grande portion du spectre, et précisément à toute celle coupée par chaque rayon oblique, s'étendant ensuite à toute qualité de rayons et à tout le spectre, à cette hauteur à laquelle les rayons deviennent longitudinaux au spectre lui-même. Ayant ainsi établi les véritables caractères, la vraie essence du phénomène de la scintillation, le professeur Respighi en cherche la cause ou l'origine.

Il est à remarquer que, dans les télescopes achromatiques, l'image des étoiles voisines de l'horizon est constituée par un véritable spectre vertical avec le rouge en haut et le violet en bas; que la longueur de ce spectre, dans le voisinage de l'horizon, peut arriver à 20″ ou même davantage, pour diminuer ensuite rapidement avec l'augmentation de la hauteur de l'étoile.

Ce fait montre que, par la dispersion atmosphérique, les rayons des différentes couleurs qui, à chaque instant, sont reçus sur l'objectif des télescopes, sont entre eux sensiblement inclinés, et que l'angle formé par les rayons rouges avec les violets n'est pas moindre, pour les étoiles proches de l'horizon, de 20″.

Cela posé, si nous remontons sur les trajectoires de ces deux

qualités de rayons, nous trouvons qu'elles vont successivement en s'éloignant l'une de l'autre, dans le plan vertical, présentant déjà une distance de quelques mètres à 15 ou 20 kilomètres de l'observateur et de plusieurs mètres dans des distances plus grandes. C'est pourquoi les rayons des différentes couleurs que nous recevons à chaque instant dans l'œil ou sur l'objectif du télescope d'une étoile proche de l'horizon, ont parcouru, dans le plan vertical, des trajectoires distinctes, en traversant pour cela des masses atmosphériques différentes.

Pour cette circonstance, comme l'a déjà démontré le professeur Montigny, les rayons des diverses couleurs peuvent devenir sujets, dans leurs trajectoires respectives à travers l'atmosphère, à des effets différents, par lesquels les rayons de quelques couleurs pourront être momentanément soustraits à l'objectif du télescope, tandis que les autres parviendront librement sur lui.

De cette manière, par la dispersion atmosphérique, on pourrait obtenir les variations de couleurs dans les images des étoiles, sans avoir besoin de recourir aux phénomènes d'interférences. Il reste cependant à voir quelle est la cause de cette soustraction momentanée des rayons des diverses couleurs, d'après les lois établies ci-dessus.

Le professeur Montigny suppose que les rayons lumineux sont momentanément déviés de notre œil ou des objectifs des télescopes, par des réflexions totales sur les ondes atmosphériques, dont la densité, respectivement à l'air ambiant, satisferait aux conditions nécessaires pour ce phénomène. Mais le professeur Respighi, après avoir prouvé le peu de vraisemblance de cette explication, démontre que la soustraction momentanée des rayons des étoiles à l'objectif des télescopes et à notre œil doit être attribuée plutôt à des réfractions extraordinaires, produites sur les rayons eux-mêmes par des masses atmosphériques hétérogènes, ou à l'irrégularité de surfaces de niveau de notre atmosphère dans les couches inférieures ou au voisinage du sol.

L'immobilité ou la presque immobilité des raies caractéristiques des spectres des étoiles, malgré le mouvement rapide et complexe des bandes de la scintillation, montre que, dans la scintillation, les rayons des différentes couleurs ne subissent pas de déviation angulaire sensible, mais seulement de très petites déviations, et, malgré cela, ils peuvent être portés en dehors de l'objectif des télescopes, c'est-à-dire à la distance de plusieurs centimètres.

Cela posé, si l'on suppose qu'à de grandes distances de l'observateur, par exemple à 100 kilomètres, les rayons d'une couleur donnée, dirigés sur l'objectif, subissent une petite réfraction extraordinaire

d'une seule seconde, cela suffirait à porter ces rayons loin du centre de l'objectif lui-même d'environ 50 centimètres, et à produire, par conséquent, sur le spectre de l'étoile, une bande obscure à la place de ces rayons. Pour les objectifs ordinaires, un déplacement bien moindre suffirait; par suite, une réfraction extraordinaire de quelques dixièmes de seconde expliquerait l'effet produit, ou bien, avec la réfraction d'une seconde, on obtiendrait le même effet, en supposant la masse réfringente beaucoup plus proche de l'observateur.

Ces données montrent comment, avec de très petites réfractions extraordinaires, on pourrait obtenir les soustractions momentanées des différents rayons de l'objectif du télescope, par lesquelles sont produites sur le spectre les raies obscures, tandis que, avec la même réfraction exercée sur des rayons dirigés dans le voisinage de l'objectif, ceux-ci pourraient, dans des circonstances données, être portés momentanément sur l'objectif lui-même pour produire les raies ou bandes claires.

Si, maintenant, nous considérons que, pour les étoiles voisines de l'horizon, les rayons lumineux parviennent à l'observateur, presque en rasant le sol sur une longueur de plusieurs kilomètres, et, par conséquent, traversent notre atmosphère dans les couches inférieures, dont la densité est très variable et les surfaces de niveau très irrégulières, ces réfractions extraordinaires sont non seulement probables, mais naturelles et inévitables, plus ou moins sensibles et certainement capables de produire les effets indiqués.

Pour les étoiles plus élevées sur l'horizon, la grandeur de ces réfractions extraordinaires est nécessairement diminuée, et, par suite, la déviation des rayons devenant plus petite, il doit nécessairement arriver qu'une partie seulement des rayons de chaque couleur sera portée en dehors de l'objectif. Comme, à ces hauteurs, les rayons des différentes couleurs, à cause de leur moindre dispersion, sont plus rapprochés entre eux, et les rayons limitrophes en partie superposés, naturellement, par suite de cette même réfraction extraordinaire, les rayons de plusieurs couleurs successives sont déviés ensemble, et soustraits ensemble à l'objectif du télescope et au spectre de l'étoile, présentant sur celui-ci l'apparence d'une raie plus ou moins oblique, ou plus ou moins inclinée sur la transversale de ce spectre.

De cette manière s'explique la formation des bandes obscures sur le spectre, mais il reste encore à expliquer leur mouvement ou leur passage du rouge au violet et du violet au rouge, d'après les lois établies ci-dessus.

Si une raie passe du rouge au violet, cela indique que les couches atmosphériques hétérogènes, ou les irrégularités des surfaces de

niveau qui produisent ces bandes, s'élèvent du sol, traversant de bas en haut le faisceau prismatique des rayons transmis par l'étoile sur l'objectif du télescope, parce que, dans ce faisceau, nous avons les rayons rouges dans la partie inférieure, les violets dans la partie supérieure. Au contraire, si la bande ou raie procède du violet au rouge, cela prouve que la couche atmosphérique, qui produit la raie, descend vers le sol, en traversant le faisceau lumineux du haut en bas. Comme il résulte des observations que, pour les étoiles à l'Ouest, le mouvement des raies s'effectue constamment du rouge au violet, et pour les étoiles à l'Est, du violet au rouge; par conséquent il faut admettre que, à l'Ouest, les couches produisant les réfractions extraordinaires vont constamment en s'élevant sur l'horizon, et que, au contraire, elles vont constamment en s'abaissant du côté de l'Est. Ce mouvement général ascendant ou descendant des couches atmosphériques ne peut pas se confondre avec les mouvements intérieurs de la masse atmosphérique, puisque ceux-ci doivent nécessairement être variables, c'est-à-dire ou ascendants ou descendants, tantôt rapides, tantôt lents, et cela sans aucune relation déterminée avec les différents azimuts.

Donc, pour expliquer ces faits, il est nécessaire de recourir à une cause constante et générale, par laquelle sont même absorbés les mouvements intérieurs, accidentels ou périodiques de notre atmosphère, et cette cause est précisément le mouvement de rotation de la terre, par lequel notre atmosphère et, par conséquent, ses couches hétérogènes sont constamment et régulièrement portés sur les faisceaux lumineux transmis par les étoiles sur notre œil ou sur les objectifs du télescope, de bas en haut du côté de l'Ouest, et de haut en bas du côté de l'Est, avec une telle rapidité, qu'ils absorbent les mouvements intérieurs de l'atmosphère ordinairement très faibles dans les conditions normales.

Seulement, dans le voisinage du méridien où le mouvement de l'atmosphère, à cause de la rotation de la terre, est horizontal, les mouvements intérieurs de l'atmosphère elle-même peuvent devenir prédominants, et, par conséquent, produire eux-mêmes les mouvements des raies le long du spectre du rouge au violet ou *vice-versa,* suivant que les couches hétérogènes s'élèvent ou s'abaissent. Mais dans ce cas, le phénomène, au lieu de se présenter régulier et sujet à des lois constantes, devra, au contraire, offrir les changes de variabilité qui sont propres aux mouvements intérieurs de la masse atmosphérique. Et cela correspond, en effet, à l'irrégularité du mouvement qui est constaté par les observations dans le mouvement de raies sur le spectre des étoiles voisines du méridien.

Le professeur Respighi, après avoir montré comment, avec l'influence de la dispersion atmosphérique, des réfractions extraordinaires et du mouvement rotatoire de la terre, on peut facilement et avec certitude expliquer le phénomène de la scintillation dans ses principaux caractères et apparences, démontre ensuite comment, de la même manière, on peut en expliquer toutes les particularités et tous les détails, ce qui constitue la base d'une théorie complète du phénomène de la scintillation.

M. VALAT.

Note sur les Polyèdres étoilés.

(Extrait.)

(Séance du 11 Septembre 1872.)

Cette communication comprend l'étude critique (ce mot doit être pris dans un sens des plus favorables) du Mémoire de Poinsot *sur les polyèdres étoilés,* dont trois, de son propre aveu, étaient connus avant lui.

La première partie est relative à une rectification sur le nombre des arêtes employées dans la construction du premier icosaèdre,

La deuxième partie complète, pour les deux derniers, l'analyse algébrique, dont Poinsot n'a point fait usage, sans doute parce que son équation générale ne lui semblait pas suffisante pour en embrasser la construction.

La troisième partie est la vérification, par le calcul géométrique, de l'exactitude des indéterminées, qui jouent un si grand rôle dans le Mémoire relatif aux polyèdres étoilés.

M. LAPORTE.

Application des machines à diviser aux instruments de géodésie.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

Dans les instruments de géodésie ou d'astronomie les plus soignés, les divisions du limbe sont inégales. Le fait est constant, incontesté. Il n'y a donc pas lieu à rechercher pourquoi le fonctionnement du tracelet doit nécessairement engendrer les erreurs systématiques de la graduation.

Lorsqu'on mesure le méridien terrestre, on dispose d'une unité effective et étalonnée. Lorsqu'on veut marquer sur un limbe l'unité

effective qui correspond à l'unité de compte préalablement adoptée, il en est tout autrement. L'étalon de la *minute* n'existe pas avant la division, il n'existe pas après. Pourtant l'intervalle qui sépare deux de ces traits sert de base aux plus grands calculs de l'astronomie et de la géodésie. Il est vrai que l'on peut atténuer notablement les erreurs de division au prix de laborieux calculs de probabilités.

L'habitude de baser les calculs trigonométriques sur la régularité des traits dessinés sur un limbe vient peut-être de la nécessité où l'on est de figurer un angle par l'espace compris entre deux droites qui se coupent. Or, si nous considérons un angle comme la grandeur du mouvement accompli par l'axe optique de la lunette astronomique ou géodésique autour d'un point, nous trouverons le moyen de mesurer un angle avec une unité invariable.

Pour obtenir ce résultat, nous dirons d'abord que le mouvement le plus régulier de rotation que la cinématique nous offre, c'est le tour en l'air. C'est donc sur l'axe du tour en l'air que nous fixerons notre lunette. Cet axe sera vertical pour un cercle azimutal, et horizontal pour un théodolite ; à cet axe sera fixée une roue dentée de 720 dents, conduisant un train d'engrenages sensiblement plus grand qu'une montre ; la platine supérieure portera des cadrans affectés aux degrés, minutes, secondes. Le dernier mobile du train exécutera 1,296,000 révolutions, pendant que la lunette fera un tour d'horizon. Ce nombre étant celui des secondes contenues dans la circonférence, il en résulte qu'un tour complet de la dernière aiguille marquera l'angle d'une seconde décrit par la lunette. Nous aurons alors une unité invariable, à une condition pourtant, c'est que les vitesses angulaires de toutes les roues conservent à chaque instant un rapport constant.

Nous avons ici une montre à degrés, marchant à la clé seulement. Dans un chronomètre, le régulateur indépendant compense les inégalités de vitesses angulaires. Dans la montre à degrés, il faut absolument que le mouvement ait lieu de la même manière que si les cylindres primitifs roulaient l'un sur l'autre sans glissement.

Dans les instruments actuels, l'axe de rotation est indépendant du cercle divisé. Il en résulte des erreurs d'excentricité qu'il importe de corriger. Dans l'instrument que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Association, la roue d'entrée conductrice est soudée à l'axe de rotation, et une disposition très simple oblige tous les axes à se déplacer en même temps. Or, l'engrenage à développantes jouit de cette propriété importante qu'il ne cesse pas d'être exact quand tous les axes éprouvent un certain déplacement en restant parallèles, attendu que la poussée a toujours lieu par les mêmes courbes. Les

erreurs d'excentricité ne sont donc pas à craindre. Par la même raison, les rouages de White jouissent de la même propriété. D'ailleurs, avec la disposition adoptée, on peut dire que le déplacement de l'axe est purement idéal.

On sait aussi que les engrenages de White réalisent ces deux conditions, qu'Euler considérait comme inconciliables : savoir que le roulement ait lieu sans glissement, et que les rapports des vitesses angulaires restent constants. Dans l'hypothèse où le contact se ferait toujours dans un même plan perpendiculaire aux axes (comme cela a lieu ordinairement), Euler a raison ; mais dans les rouages dits de White, que les praticiens désignent sous les noms d'hélicoïdaux ou inclinés, le contact a lieu constamment dans le plan des deux axes parallèles, en se déplaçant sans cesse suivant la ligne menée dans ce plan tangentiellement aux deux cylindres directeurs. La poussée a donc lieu exactement comme si les deux surfaces cylindriques directrices se conduisaient l'une l'autre. Les traités spéciaux n'ont laissé, je crois, rien de nouveau à dire sur cette question.

Je n'ai pas dissimulé que le premier instrument, qui a été exécuté à Bordeaux, présente des inconvénients graves. C'est, d'ailleurs, un instrument d'essai. Le mouvement de la lunette est beaucoup trop lent, et l'artiste n'a pas évité suffisamment le *temps perdu*.

Ce dernier inconvénient, commun à toutes les machines ou instruments possibles, peut surtout être reproché à mon instrument d'essai. On y remédie d'ailleurs en dirigeant d'abord la lunette un peu au delà du signal. Quand on arrive sur le pointé, le rouage a fonctionné, le temps perdu est éliminé. On note alors l'angle marqué sur les cadrans. On dirige ensuite la lunette sur le second signal et l'on fait une seconde lecture. La différence donne évidemment l'angle des deux signaux au centre de l'axe de rotation de la lunette. Si l'on veut faire des observations conjuguées, on fait dépasser un peu le dernier signal. On revient ensuite sur ce signal par un changement de marche, puis sur le premier. Les deux lectures doivent être concordantes dans les limites des erreurs de pointé.

Supplément à la communication précédente.

Le nouvel instrument, exécuté à Paris, remédie aux inconvénients signalés dans le premier. Pour obtenir un mouvement rapide, il a fallu s'écarter un peu du point de départ : la révolution complète d'une roue n'est plus l'unité, mais une fraction de tour, ce qui, d'ailleurs, n'altère point l'exactitude des indications, attendu que les rapports des vitesses restent constants dans les rouages hélicoïdaux.

Une roue dentée de 1,080 dents est solidaire avec l'axe de rotation

de la lunette. L'intervalle d'une dent à une autre correspond ainsi à un angle de 20 minutes. Cette roue dentée a un diamètre de 27 centimètres. Elle est prise par une vis micrométrique, laquelle fait un tour pour faire passer une dent. Une aiguille perpendiculaire à l'axe de la vis et faisant corps avec cet axe, se meut sur un cadran divisé en 1,200 parties, au moyen de 600 échancrures régulières présentant 600 dents et autant de creux. L'intervalle d'une pointe à un creux représente donc un angle de 1 seconde décrit par la lunette.

Voilà une machine à diviser, avec la lunette en plus et le tracelet en moins. Mais, quelle que soit l'habileté de M. Fournier, le spécialiste fendeur de roues, breveté, à qui j'ai eu recours, il est impossible de compter sur la perfection géométrique des dents. Il faut donc un contrôle et une table d'erreurs correspondante.

A cet effet, à un intervalle de 90° du contact de la vis tangente, la roue dentée de White, ou plateau, prend un pignon hélicoïdal de 18 ailes, sur l'axe duquel est montée une roue de 360 dents, taillée comme la première. Cette seconde roue conduit un pignon hélicoïdal de 20 ailes. Enfin, sur l'axe de ce dernier pignon est montée une roue-cadran de 600 dents. Il est facile de voir que l'intervalle d'une pointe à un creux de cette roue-cadran marque la *seconde,* comme le cadran de la vis micrométrique, de sorte que les indications doivent être concordantes. Voilà un contrôle permanent qui permet de dresser avec facilité une table d'erreurs.

Pour plus de simplicité, les roues dentées servent de cadrans tournant sous des repères fixes, lesquels remplacent les aiguilles. Les trois roues qui composent la machine à diviser sont recouvertes d'une cloche de cristal épais, laquelle est traversée par l'axe de rotation de la lunette. Le cadran fixe de la vis micrométrique est seul en dehors de l'appareil.

Le principal avantage de ce système consiste, je crois, dans la suppression de l'erreur de lecture, si considérable, comme on sait, dans les instruments actuellement en usage.

Les nombreux tâtonnements auxquels j'ai dû me livrer ne me permettent pas de fixer le prix de revient, lequel, toutefois, est sensiblement inférieur à celui des bons instruments ordinaires.

Un éminent ingénieur et d'autres praticiens distingués ont bien voulu se charger d'expérimenter l'instrument, dès qu'il sera terminé. Je me ferai un devoir de présenter leur rapport à la prochaine session de l'Association.

M. D'ABBADIE,

Membre de l'Institut.

Études sur la verticale.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

La plupart des grandes lignes qui servent comme points de départ aux mesures de l'astronomie et de la géodésie sont reconnues sujettes à des variations périodiques. Le lieu de l'équinoxe, la situation du grand axe de l'orbite terrestre qui en règle la précession et d'autres grandes lignes ont été étudiés depuis longtemps. M. Peters, directeur de l'Observatoire d'Altona, a signalé de légères oscillations dans la position du pôle terrestre et montré que son axe est sujet à de faibles changements. En envisageant l'ensemble des phénomènes, on est porté à dire que, pour la matière inerte comme pour les êtres vivants, l'existence c'est le mouvement.

Une seule des grandes lignes est généralement acceptée comme invariable. L'immobilité absolue est plutôt impliquée qu'affirmée pour la verticale, c'est-à-dire la perpendiculaire à la surface d'un liquide tranquille et obéissant à cette situation horizontale que lui imprime la force de la gravité terrestre. On a toutefois constaté bien souvent que ce zénith, supposé immobile, semble affecté de changements légers. En publiant les points nadiraux d'un grand cercle resté en place, M. Leverrier signale dans les *Annales de l'Observatoire de Paris* des variations apparemment brusques et survenues sans cause appréciable. Sir Georges Airy, directeur de l'Observatoire de Greenwich, a prouvé que l'azimut absolu peut y varier. En admettant que la cause de ce changement réside dans le globe terrestre, le changement d'azimut serait égal à celui de la hauteur du pôle qu'on observerait dans le même moment, à un quart de cercle de distance, c'est-à-dire à six heures de longitude comptée de Greenwich. Le même savant a déjà soupçonné une variation périodique dans sa latitude et a montré que la distance au zénith d'une étoile qui en est très voisine, est souvent affectée de petits changements dont on ne voit pas bien la cause. Il est malaisé de l'attribuer tout entière aux erreurs d'observation, car l'appareil employé est d'une délicatesse exceptionnelle.

A Albany, en Amérique, M. Hough parle des changements *capricieux* de son nadir, et bien d'autres astronomes se sont heurtés à ces

difficultés. On les attribue ordinairement à des mouvements non encore expliqués dans les instruments employés, et comme ceux-ci sont construits d'un grand nombre de pièces réunies par des liens plus ou moins solides, il n'a pas encore été possible aux physiciens de démontrer soit la vérité, soit le peu de fondement de cette supposition.

Sans s'y arrêter et prenant le sage parti de présenter les faits acquis, M. Henry a rassemblé (1) des séries de nivellements et d'azimuts observés pendant dix ans de suite à Greenwich, et pendant huit de ces mêmes années à Cambridge. Les résultats s'accordent en somme dans ces deux localités et montrent que, de mars à septembre, l'Y occidental de la lunette méridienne baisse d'environ $2''\cdot5$ (2), tandis qu'il dévie en même temps de $2''$ vers le Nord. Plus tard, M. Ellis (3) a repris ce travail. Il a construit pour huit années les courbes des nivellements et azimuts observés à la lunette méridienne de Greenwich, et en les comparant aux courbes des températures correspondantes, il conclut à l'existence d'un lien entre celles-ci et les variations des éléments astronomiques. Toutefois, un rapprochement de ce genre ne commencerait à prendre l'aspect d'une vérité que si les deux courbes comparées s'accordaient dans les détails de leurs irrégularités. Cet accord n'a pas encore été démontré.

Pour échapper aux objections au moins plausibles faites contre les instruments composés de plusieurs pièces, il semblait préférable d'observer des niveaux à bulle d'air laissés en place sur un mur bas et très massif. C'est ce que je fis en 1837 à Olinda (Brésil), où j'étais allé étudier les variations de l'aiguille aimantée. Après avoir tenté de reprendre ces observations de niveaux à Saqa et à Gond*ar* (Éthiopie), je les continuai pendant quelques années en France, à partir de 1850. J'avais choisi, à cet effet, la cave d'un vieux château à Audaux, dans le département des Basses-Pyrénées.

Ma longue expérience des niveaux n'a pas été favorable à ce genre d'observations. S'ils étaient très sensibles, la force de la capillarité dépassait souvent celle de la gravité terrestre, et la bulle restait en place. Employait-on, au contraire, des niveaux à petit rayon de courbure, les changements dans la position de la bulle restaient insensibles à des inclinaisons relativement fortes, et l'usage d'un microscope ne pouvait parer à cet inconvénient, car la surface intérieure du tube d'un bon niveau doit être rodée et par conséquent

(1) *Monthly Notices*, t. VIII, p. 134.

(2) A l'instar des Anglais, nous employons le point placé *au-dessus* de la ligne pour indiquer que les chiffres suivants sont des fractions *décimales*.

(3) *Mem. of the R. A. Society*, t. XXIX, p. 45 à 57.

rugueuse, ce qui ne permet pas de bien fractionner les divisions. D'ailleurs l'humidité inhérente à la cave où j'observais et, par suite, l'oxydation des supports des niveaux venaient jeter des doutes sérieux sur l'exactitude des résultats. Des coins de verres, substitués au métal comme supports, ont détruit peut-être une de ces objections, et, avant d'abandonner l'usage de ces niveaux, je publiai, en 1852, un aperçu de mes résultats (1).

Pour échapper à tous les inconvénients déjà trouvés et pour avoir un appareil à la fois stable et très sensible, j'imaginai la disposition suivante : un puits sec devait être clos en haut par une voûte en maçonnerie percée d'un trou vertical que traverseraient deux fils fins disposés en croix et éclairés par la lumière réfléchie d'une lampe. Ces fils iraient se réfléchir dans le mercure d'un bassin déposé au fond du puits, et si la croisée des fils était placée un peu en dehors de la verticale, leur image viendrait se peindre dans le voisinage de cette croisée. On placerait au-dessus un microscope pourvu d'un micromètre à fil mobile et tournant autour d'un axe vertical. Cet arrangement permet de mesurer et la distance et l'azimut relatifs de la croisée de fils et de son image. Pour amener celle-ci à se peindre au même foyer que les fils qu'elle représente, on établit à demeure, au-dessus du bassin de mercure, une grande lentille dont la distance focale est égale à l'intervalle qui existe entre cette lentille et la croisée des fils placés à la surface supérieure du puits.

En le creusant à Abbadia en Subernoa, près Hendaye (Basses-Pyrénées), je pouvais, en outre, étudier l'attraction du pied du fil à plomb, produite par les eaux de la mer haute, la grève de l'Océan étant à une distance de 400 mètres environ et de 62 mètres en contre-bas du fond du puits. En cet endroit, le sous-sol est composé d'une roche marneuse qui appartient aux craies du midi de la France. La pente du terrain est rapide dans les environs, et cependant on rencontra l'eau dès la profondeur de 5 mètres. Pour m'en débarrasser et pour atteindre aisément le bassin de mercure au fond de ce puits, je fis percer un tunnel qui y aboutissait à 10 mètres en contre-bas. Mais le circuit nécessaire pour parcourir ce tunnel et l'humidité énorme me gênèrent assez pour faire préférer une autre disposition.

A quelques mètres de là, après avoir nivelé irrégulièrement la surface du rocher, qui était à un mètre environ au-dessous du gazon, on bâtit, au moyen d'une gaîne appropriée en madriers, un pilier de béton en forme de cône tronqué, dont la paroi extérieure a une incli-

(1) *Comptes-Rendus de l'Académie des sciences*, mai, p. 712.

naison d'un dixième. Le sommet horizontal de ce pilier a 2 mètres de large et, lors de sa construction, on a ménagé au travers du pilier plusieurs trous, afin d'y sceller de longues lunettes, tant pour le relier à des signaux éloignés, que pour étudier les variations de la réfraction, selon la méthode proposée par Hossard. A demi-mètre au-dessous du sommet de ce pilier, commence le cylindre creux ménagé autour de l'axe vertical du cône. Ce creux cylindrique est large d'un mètre et n'est interrompu qu'à mi-pilier par un corps en béton, plat en dessus, voûté en dessous et épais aussi de demi-mètre dans sa hauteur. Deux ouvertures latérales et symétriques permettent à l'observateur d'aller sur cette espèce de diaphragme pour enlever les toiles d'araignée tendues souvent dans l'intérieur du pilier.

Cette construction a été faite d'une pièce, en béton de chaux maigre d'Angoulême, et sur une hauteur de 8 mètres environ. On a ensuite creusé un peu plus de 2 mètres dans le rocher, afin d'atteindre la profondeur totale de 10 mètres. Le fond de ce puits fut muni de deux canaux de drainage avant d'y sceller une large dalle de pierre. Un retrait fut ménagé d'un côté, près du fond, afin d'y poser des instruments, et du côté opposé, c'est-à-dire à l'occident, on a laissé un passage qui permet d'atteindre le fond du pilier par un escalier souterrain de dix marches. Des trous circulaires de 12 centimètres traversent et le diaphragme et le sommet du pilier. A la surface supérieure de ce dernier, on a scellé une plaque de laiton portant une croisée de fils de platine, qui traversent son trou central large de 21 millimètres.

Ce pilier est dans une salle large de 10 mètres et haute de 5. Il est surmonté, à distance, d'un petit plancher suspendu au toit et s'élève à 4 mètres au-dessus du plancher de la salle. Comme dans tous les observatoires, ce plancher l'entoure sans le toucher. Il en est de même des deux escaliers qui conduisent du sous-sol au sommet du pilier.

Toute cette construction était achevée en 1863. Quatre ans plus tard, quand je crus pouvoir admettre que le travail moléculaire de consolidation avait entièrement cessé dans le béton, je commençai à observer au moyen d'une lentille posée sur le diaphragme, ayant 5 mètres de foyer et plus facile à installer que si sa distance focale avait été plus grande. Ce premier essai me fit reconnaître pratiquement que l'attraction exercée par les eaux de la haute marée était probable, et que la verticale variait légèrement d'une observation à l'autre. Le mercure était souvent trop agité pour laisser observer; j'attribuai ces mouvements aux travaux des ouvriers qui construi-

saient mon habitation tout près, et je suspendis mes observations.

Je les repris en novembre 1868 après avoir réalisé plusieurs perfectionnements de détail. Le plus saillant fut l'emploi d'une lentille à long foyer, placée immédiatement au-dessus du mercure et qui me sert encore. Il fallut de longs tâtonnements pour ajuster son axe optique sur la même verticale que celles du microscope et de la croisée des fils. Le diamètre de cette lentille est de 103 millimètres et sa distance focale de 10134 ou un peu plus de 10 mètres. Un micromètre à fils fut substitué alors au micromètre à glaces parallèles qui m'avait servi jusqu'alors. Le bassin à mercure était toujours une calotte sphérique en fonte de fer. Ayant alors un aide intelligent qui me remplaçait pendant mes absences, j'ai pu réunir plus de 2,000 observations pendant une année.

Il fut reconnu que l'agitation irrégulière du mercure devait, au moins souvent, n'être attribuée ni au vent, ni à l'état houleux de la mer, ni à aucune perturbation extérieure apparente. Ces mouvements inexpliqués, rendus très visibles par la grande distance focale de la lentille, furent tellement forts et continus en mars 1869, que toutes les mesures faites alors sont restées incertaines. Le 29 de ce mois on attendit en vain pendant trois quarts d'heure pour apercevoir l'image des fils et la mesurer approximativement au passage. Deux jours après cette image était belle et tranquille. Elle était, au contraire, fort agitée le 6 avril, pendant que la mer était belle et que le vent était nul. Dans l'état actuel de la science, il ne serait guère utile de donner ici une liste des jours et des heures où de fortes oscillations furent observées. En général, on peut affirmer que le mercure est toujours agité. Une surface tranquille et par conséquent de belles images sont des exceptions.

Jusqu'en 1870, l'observation consistait à amener le fil mobile successivement sur les deux bords de chaque fil unique du pilier, pour obtenir, par la moyenne des deux lectures du micromètre, la fraction du tour de vis correspondant au centre du fil. On en faisait autant pour l'image, et l'on prenait la différence des deux moyennes, laquelle variait presque toujours. Ces opérations prenaient beaucoup de temps et l'état baveux de l'image, dû en partie aux défauts de la grande lentille et en partie à l'agitation du mercure, rendait illusoire l'exactitude cherchée. En janvier 1870, je fis placer sur le trou de la plaque de laiton deux fils de platine très rapprochés : deux autres, mis en croix, produisirent un quarré dont j'observe le centre estimé, ce qui réduit le temps consacré à chaque observation.

Un perfectionnement plus notable fut la substitution d'un bassin

rainé au vase de fonte qui m'avait servi jusqu'alors. Le bassin rainé est un parallélogramme en bois, à rebords verticaux. Le fond intérieur est plat, mais, au lieu d'être uni, il est couvert de rainures parallèles, profondes et larges de 7 millimètres. Je dois la connaissance du bain rainé à M. Leverrier, qui s'en servait avec succès pour observer le nadir, à Paris, malgré l'ébranlement causé par les voitures dans le voisinage de son observatoire. Depuis que j'emploie le bain rainé, je n'ai pas encore constaté, pendant plus de cinq minutes, l'absence ou la trop grande mobilité de l'image, ainsi qu'il m'était si souvent arrivé avec le vase de fonte à fond lisse.

Cependant, ni le fond inégal du bain rainé ni sa forme ne m'ont empêché d'observer, comme avec le bain en fonte, ce que j'appelle des *ombres fuyantes*. Ce sont des bandes sombres et parallèles qui traversent le champ du microscope, avec plus ou moins de vitesse, et qu'on explique en attribuant au mercure des ondes très ténues, causées par une oscillation du sol dans un seul sens. Le plus souvent ces *ombres* semblent courir du S. E. au N. O., approximativement selon l'axe de la chaîne des Pyrénées; mais je les ai observées, le 15 mars 1872, allant vers le S. O. A cette époque, le mercure était, depuis le 29 février, dans une agitation continuelle, comme mon aide l'avait constaté en 1869, aussi dans le mois de mars.

Des *trémoussements* paraissent de temps en temps, et ils succédèrent à ces longues perturbations de mars. Je donne ce nom à des oscillations de l'image trop rapides pour être comptées et qui ont lieu sur place. Ils sont accompagnés fort souvent de *frétillements*, c'est-à-dire de sauts subits de l'image dans un autre lieu, éloigné parfois de 15 à 20 divisions du micromètre (1). Il n'y a point de régularité dans les frétillements, et j'en ai observé à toutes les époques de l'année.

Comme on devait s'y attendre, j'ai eu plusieurs occasions d'observer, dans mon appareil, des tremblements de terre microscopiques. Aux plus forts, l'image sortait momentanément du champ pour y rentrer avec de fortes oscillations qui se calmaient peu à peu. Quelquefois la secousse n'était pas assez grande pour chasser l'image du champ, et j'ai pu mesurer alors des oscillations de 200 divisions du micromètre; mais plus souvent ces secousses étaient moindres. L'observation la plus remarquable d'une secousse fut celle du 18 août 1869, à midi et 56 minutes. La courbe décrite par l'image reproduisit sur une échelle microscopique celle que M. Cochard obtint à Alger, le 2 janvier 1867, par le tracé automatique d'un

(1) C'est-à-dire $1^{vi}{\cdot}5$ à 2^{vi}. Une sixte ou 1^{vi} est une unité de la sixième décimale du quadrant et vaut $0''{\cdot}324$. J'emploie la division *décimale* du quart de cercle.

pendule lors d'un tremblement de terre. Je fus surpris à cette observation et je n'ai pas noté le sens ni les détails de la courbe, dont on se fera une idée en traçant deux 8 en croix l'un sur l'autre. La dernière boucle tracée est la moins large, car la force de la secousse diminue vers sa fin. A Alger, lors de ce tremblement à désastres, la déviation de la verticale atteignit 1·83 grades ou 1° 3/4; à Abbadia, la secousse précitée passa inaperçue, car elle ne fit dévier le fil à plomb que de 7^{vii} environ (0·000007 quadrant ou 2″·3). J'ai observé depuis une autre courbe du même genre, mais moins bien définie. Il serait pour le moment peu intéressant de donner la liste de toutes les petites secousses que j'ai notées.

Quand j'observais des niveaux à bulle d'air, je recherchais des coïncidences avec les tremblements de terre ressentis au loin, en Europe, et je supposais que leur ébranlement devait s'étendre jusqu'aux Pyrénées. Mais cette chaîne de montagnes est notoirement sujette aux tremblements de terre, et d'ailleurs on ne peut affirmer l'identité de deux secousses éloignées l'une de l'autre, que si l'on constate dans un lieu intermédiaire l'existence d'une troisième secousse au moins, et qui leur soit contemporaine. Il faudrait de plus que l'intensité de cette troisième secousse fût comprise entre celles des deux secousses observées aux deux extrémités de la ligne supposée d'ébranlement. Au résumé, la surface du sol est rarement dans un repos complet, ou, si l'on veut, la situation de la verticale est sujette à de légères, mais très fréquentes variations. Ces deux manières de s'exprimer comprennent les trois suppositions que l'on peut faire sur la cause des phénomènes observés. Il serait prématuré d'exposer ces hypothèses au public : jusqu'ici aucun caractère ne nous amène à les distinguer dans la pratique, ni à en assumer une de préférence aux deux autres.

L'attraction du pied du fil à plomb par la masse des eaux de la haute mer était l'un des résultats les plus séduisants que je comptais mettre en évidence par les observations effectuées dans mon cône tronqué de béton. Maskelyne et Zach avaient prouvé l'attraction des montagnes en observant les distances zénithales d'astres choisis. Toutefois, la densité de l'intérieur d'une montagne ne peut guère être appréciée que par ce que l'on connaît de son extérieur et en supposant continu et homogène ce qu'il n'est possible ni de peser ni même de voir. Au contraire, il est bien plus facile d'apprécier la forme et la densité d'une masse d'eau. Comme la côte de la France près Abbadia court à très peu près Est et Ouest, c'est du côté du N. O. que l'attraction exercée par la marée doit être la plus grande. J'avais d'abord observé seulement dans le méridien et dans le premier

vertical. Il était donc facile d'en déduire l'attraction exercée dans le plan vertical passant par le N. O. Le résultat n'a pas répondu à mes espérances. En effet, sur 359 comparaisons des observations de la verticale lors des hautes et basses mers, d'après les heures indiquées par l'*Annuaire des marées,* 243 seulement sont favorables à l'attraction exercée par les eaux du flot. Le manque d'attraction ressortirait, au contraire, des 116 autres comparaisons et, parmi ces dernières, il y en a 57 où le flot semble repousser le pied du fil à plomb au lieu de l'attirer. Il y a donc un tiers de cas où sa position ne correspond pas au niveau relatif de la mer. Hâtons-nous d'ajouter que de nombreuses observations faites entre les heures des marées montrent évidemment que si la masse des eaux de l'Océan attire le mercure, comme la théorie l'indique, il y a néanmoins d'autres causes qui font varier la position de la verticale.

Il n'est même pas possible de donner une grande précision à la discussion des résultats, soit parce que le lieu de la verticale a souvent varié aux environs des heures des marées, soit parce qu'il n'y a pas moyen de bien apprécier l'incertitude moyenne des observations. Deux visés consécutifs n'apprennent que peu de chose à cet égard, puisque la verticale est ou semble mobile, surtout dans de petites limites, et qu'il est toujours difficile de saisir la position moyenne d'une image en mouvement. En remarquant que la lecture de la position assignée au quarré des fils par l'observation peut varier, au plus, de 3 divisions du micromètre, et en *supposant* que l'incertitude du pointé est double pour l'image de ce quarré, on aurait une incertitude totale de 9 divisions, si l'on assume que les erreurs des deux visés ont lieu dans le même sens et qu'elles doivent s'ajouter. Cela est rarement probable. Je suppose que l'incertitude moyenne est égale à 6 divisions, c'est-à-dire $0^{vi}.6$ ou $0''.19$; mais, dans la discussion des 359 comparaisons de marées déjà citées je me suis gardé d'appliquer ces 6 unités dans un sens favorable à la théorie de l'attraction des eaux. Avant tout, l'observateur doit respecter scrupuleusement les faits; c'est même par une exacte probité à cet égard que l'on parvient à entrevoir des faits nouveaux.

Voici comment se font nos observations. On descend au fond du puits pour élever le réservoir mobile et faire ainsi passer le mercure dans le bain rainé, ce qui assure au mercure une surface brillante. Après avoir lu un thermomètre suspendu à côté, on lève le couvercle à charnière de la boîte qui couvre la lentille et le bain de mercure sans les toucher. Puis, on va allumer la lampe au haut du pilier et l'on ouvre dans la gaîne en bois, qui entoure le microscope,

les deux portes correspondant l'une à la lampe, l'autre à l'oculaire. Ensuite, on découvre les croisées des fils en détournant un levier terminé par deux plaques qui enveloppent ces fils par dessus et par dessous. Enfin, on pointe successivement sur le quarré des fils et sur son image, après avoir tourné le micromètre en azimut pour placer son fil mobile perpendiculairement au méridien, au premier vertical et au plan vertical passant par le N.-O. On note l'heure de chaque observation d'image. Après avoir tout inscrit dans un registre, on retourne au fond du puits pour retirer le mercure du bain et pour fermer la boîte. On termine par les lectures du baromètre et de son thermomètre. A toutes ces données on ajoute les indications de l'état du ciel, de celui de la mer, du vent, et surtout des variations et des mouvements de l'image.

Toutes ces observations sont faites en vue de discussions ultérieures. On ne peut d'ailleurs s'attendre à des résultats certains qu'après une longue série d'observations. Il est évident qu'ici comme dans tous les faits d'expérience on met un acte de foi quelque part. Ainsi, j'admets que le pilier de béton se comporte comme un bloc unique et que les situations relatives de la grande lentille et de la croisée de fils n'éprouvent aucun déplacement.

Les résultats des 359 comparaisons de hauteurs de marées, mentionnés ci-dessus, ont été obtenus par mes observations effectuées en 1871 et 1872, d'après des mesures faites directement sur le bain rainé et au N.-O., les observations contemporaines dans le méridien et dans le premier vertical pouvant servir de contrôle. En se bornant aux 243 résultats favorables, on obtient $1^{vi}\cdot3$ ou $0''\cdot42$ pour hauteur moyenne de marée égale à $2^{m}\cdot50$. Les résultats extrêmes ont été $0^{vi}\cdot4$ pour $2^{m}\cdot7$ et $3^{vi}\cdot3$ pour $2^{m}9$.

Une première série, observée en 1869, en majeure partie par mon aide et avec un vase lisse de fonte, a donné, dans le méridien, 182 résultats favorables à l'attraction, tandis que les observations du premier vertical ont fourni 170 favorables et 76 défavorables. Le résultat moyen a été $0^{vi}\cdot56$ ou $0''\cdot18$ pour l'attraction angulaire vers le N. O. La théorie ne lui assigne que la moitié de cette valeur pour une différence moyenne de marées égale à $2^{m}\cdot9$.

Le peu d'accord entre les résultats de ces deux séries, entre la théorie et l'observation, et surtout la grande proportion de résultats défavorables, montre assez que si l'élévation des eaux de la haute mer attire le pied du fil à plomb, cette attraction est souvent masquée par une ou peut-être par plusieurs autres causes.

L'une d'elles paraît liée à l'époque de l'année, sans qu'on puisse encore l'expliquer par la variation de la température. Je me borne à

donner ici quelques résultats de mes propres observations pendant cinq années, et seulement dans le méridien :

1867.	Du 28 octobre	au 1er décembre,	$8^{VI}\cdot6$	vers le Nord.
1868.	Du 21 novembre	au 1er décembre,	0 ·6	id.
1869.	Du 12 octobre	au 20 novembre,	4 ·2	id.
1871.	Du 10 octobre	au 1er décembre,	2 ·9	id.
(1) 1872.	Du 12 octobre	au 26 novembre,	0 ·5	id.
1872.	Du 10 octobre	au 1er décembre,	2 ·1	vers le Sud.

Ce dernier résultat montre que si le pied du fil à plomb dévie ordinairement vers le Nord à la fin de l'année, il n'en est pas toujours ainsi. Ce qui tend à prouver, d'ailleurs, que la cause des variations n'est parfois ni astronomique ni thermométrique, c'est l'observation du 27 octobre 1871 où la verticale a varié, en six heures et quart, de $7^{VI}\cdot4$ ou $2''\cdot4$. En 1872, le plus grand écart fut de $13^{VI}\cdot9$ ou $4''\cdot5$, le pied de la verticale ayant marché, entre le 30 janvier et le 26 mars, de cette quantité vers le Sud.

Ces déviations sont de l'ordre des variations trouvées ailleurs par les instruments les plus parfaits. Ainsi M. Airy, qui observe γ du Dragon, à $100''$ du zénith, dans l'instrument si délicat qu'il a inventé, constate une déviation extrême de $4''\cdot62$ en 1868, de $5''\cdot81$ en 1869 et de $3''\cdot35$ en 1870. Dans l'appareil non moins précis, inventé par M. Respighi, qui s'en sert pour prendre des distances angulaires d'une étoile au nadir, il se présente, dans une série de 77 observations réparties sur près de cinq mois de 1869, une différence de $2''\cdot07$ entre le plus grand et le plus petit de ses résultats.

Nous en avons dit assez pour montrer que la verticale n'est pas aussi immuable qu'on a bien voulu le croire.

Malgré l'insuccès de mes observations pour saisir toujours sur le fait l'attraction exercée par la masse des eaux de la marée haute, il est permis d'espérer que si je parviens à obtenir une série non interrompue et embrassant plusieurs années d'observations dans mon appareil, on pourra acquérir des données sur les niveaux relatifs de la terre et de l'océan, et savoir s'ils éprouvent des changements pendant la durée de la série. Cette question intéressante n'a pu être traitée jusqu'ici que par les géologues, et dans leurs belles recherches la mesure du temps écoulé fait défaut.

(1) Cette addition et quelques corrections de détail ont été faites après la lecture du présent mémoire.

M. Laurent RESPIGHI,

Directeur de l'Observatoire du Capitole à Rome.

Sur les Protubérances solaires.

(Extrait.)

(Séance du 11 Septembre 1872.)

Depuis le mois d'octobre 1869, le professeur Respighi a inauguré l'étude systématique et journalière du bord du soleil, en observant et en dessinant, chaque jour serein, la chromosphère et les protubérances pour tout le limbe entier du soleil; et il a continué cette étude, sauf quelques interruptions forcées, jusqu'à la fin de juillet 1872. L'instrument employé par lui dans ces observations était un excellent réfracteur Merz de 4 1/3 pouces d'ouverture, monté équatorialement et muni d'un très bon spectroscope à vision directe d'Hoffmann, et la méthode employée était celle de Zöllner, c'est-à-dire avec la fente du spectroscope élargie. La petitesse de cet instrument est compensée par la perfection de l'objectif et du spectroscope, de manière que, dans ce dernier, on pouvait voir distinctement les plus petites particularités et détails de la chromosphère et des protubérances.

Dans l'intervalle indiqué de temps, c'est-à-dire du 26 octobre 1869 au 31 juillet 1872, une grande quantité de profils solaires complets ou partiels ont été relevés; un certain nombre de ceux-ci (280) ont été publiés en photographies, avec plusieurs mémoires dans lesquels étaient exposés les résultats des observations.

A la fin de 1870, quelques mois avant que d'autres se soient occupés de ces observations régulières du bord du soleil, le professeur Respighi, dans un Mémoire accompagné de 140 profils solaires, exposait les résultats obtenus par ces observations au sujet de la forme et des dimensions des protubérances, de leur mode de développement, de leur origine probable, de leur durée, de leur mode de distribution sur la surface solaire et de leurs relations avec les autres phénomènes solaires, taches et facules.

Les observations postérieures confirmant ces résultats, montrèrent manifestement que, depuis la fin de 1870 jusqu'à la fin de 1871, en concordance avec le maximum des taches solaires, les phénomènes des protubérances solaires ont passé par une période extraordinaire de perturbation, constatée principalement par une augmentation consi-

dérable de leur fréquence et leur grandeur, et dans leur invasion temporaire sur les régions polaires où ces phénomènes manquent ordinairement ou sont tout à fait exceptionnels.

Quant à la forme des protubérances, le professeur Respighi, depuis 1870, avait remarqué les types prédominants suivants :

1° Jets bien définis, minces et isolés;

2° Jets réunis en groupes;

3° Jets avec plusieurs branches et diramations;

4° Jets à grandes sections, colonnes et pyramides nébuleuses isolées;

5° Jets ou colonnes nébuleuses réunies en groupes, entrelacées au haut par des filets ou masses nébuleuses;

6° Masses nébuleuses irrégulières appuyées sur le disque solaire;

7° Masses ou nuages détachés du bord solaire.

De plus, il indiquait les conditions et les localités de la surface solaire dans lesquelles ordinairement prédomine chacun de ces types de protubérances.

Quant aux dimensions des protubérances, on trouve qu'elles varient dans de très grandes limites de jets bas et minces, et de jets hauts de non moins de 20 diamètres terrestres et de masses nébuleuses capables de contenir des milliers de fois notre terre.

Sur toute la surface du soleil, la chromosphère est terminée assez irrégulièrement, c'est-à-dire tantôt terminée par des pointes ou filaments verticaux ou inclinés, tantôt en traites arrondies en forme de cônes, et tantôt ondulées comme des chaînes de montagnes; quelquefois et dans la localité des taches, la chromosphère se présente sensiblement nivelée et régulière.

Le développement des protubérances se vérifie ordinairement sur des points, ou petites masses lumineuses, jaillissant ou se détachant sur la chromosphère, desquels surgissent des jets, ou masses nébuleuses, qui se transforment souvent, tantôt lentement et tantôt rapidement, en de grands jets bien définis, rectilignes ou curvilignes, ou en des masses nébuleuses des formes les plus variées et les plus étranges.

Les développements plus rapides des protubérances et leurs plus rapides transformations se présentent ordinairement dans les régions des taches, où on voit souvent presque instantanément se développer de gigantesques protubérances, lesquelles, variant rapidement de forme, dans peu de minutes deviennent invisibles.

Le mode de développement et les formes initiales des protubérances font penser, comme très probable, sinon certain, qu'elles sont généralement causées par de véritables éruptions du corps solaire.

Pour ceux qui ont pu assister au développement des protubérances, spécialement dans la localité des taches, il devient impossible de concevoir des doutes sur leur origine éruptive, toutes les phases successives d'une véritable éruption étant dans ce développement trop marquées et trop manifestes.

En admettant l'origine éruptive ou volcanique des protubérances, il ne faut pas croire cependant que leur développement successif et leurs transformations soient déterminés seulement par l'action combinée de la vitesse initiale et de la gravité solaire, et par la résistance du milieu dans lequel se répandent les masses hydrogénées, puisque, dans de tels développements et transformations, on observe des phénomènes, dans la production desquels intervient certainement l'action d'autres forces très puissantes. Avec la vitesse de projection, avec l'action de gravité, avec l'expansion naturelle des masses gazeuses dans un milieu résistant, on ne peut pas expliquer les recourbements rapides des jets en sens contraire à la gravité, les jets secondaires, qui souvent et presque instantanément se projettent du jet principal dans toutes les directions et à d'énormes distances; le soulèvement et l'épanchement des masses produites par l'éruption avec des lois quelquefois très différentes de celles de la gravité; la réunion manifeste d'un jet avec l'autre, de manière à former des arcades gazeuses plus ou moins gigantesques, etc., etc. Ces phénomènes montrent manifestement que l'action de la gravité solaire est quelquefois puissamment contrariée par une énergique répulsion entre les masses d'éruption et la surface solaire, et que entre les différents jets existent quelquefois des attractions électives et énergiques, et il n'est pas improbable que ces actions gigantesques et variées se rattachent à l'électricité du soleil.

Quant à la durée des protubérances, il se trouve que quelques-unes d'entre elles se développent en peu de temps et disparaissent, d'autres, au contraire, persistent pendant longtemps, en conservant quelquefois des traits caractéristiques de leur forme pendant plusieurs jours.

Les protubérances plus fugitives sont celles qui se développent dans les régions des taches; les plus durables, celles qui se produisent plus près des pôles, où elles se maintiennent ordinairement persistantes pendant plusieurs jours, et quelquefois pour une grande partie et pendant toute la durée de la rotation solaire. Et c'est, au fait, par les observations continuelles de semblables protubérances, que M. Respighi a pu vérifier que la durée de la rotation solaire à la proximité des pôles n'est pas sensiblement différente de celle de la zone équatoriale.

M. Respighi, depuis les premières observations, a pu constater que la distribution des protubérances sur la surface solaire n'est pas accidentelle, mais décidément subordonnée à la rotation solaire; et de cette époque, il a pu formuler quelques lois en ce qui concerne cette distribution, parmi lesquelles est très marquée celle du défaut de grandes protubérances dans les calottes polaires du soleil jusqu'à environ 20° des pôles.

Dans sa Note III, sur les observations spectroscopiques du bord et des protubérances solaires, lue à l'Académie « dei Nuovi Lincei » dans la séance du 4 décembre 1870, en se basant sur les résultats d'un an d'observation, il établit, en ce qui a trait à la distribution des protubérances, les lois suivantes : Dans les régions circumpolaires jusqu'à la distance d'environ 20° des pôles, le phénomène des grandes protubérances ou ne se produit jamais, ou bien d'une manière tout exceptionnelle; dans la zone équatoriale, par une largeur d'environ 20°, les protubérances ou éruptions sont moins fréquentes et moins développées que dans les zones d'une plus grande latitude, et, dans l'hémisphère Nord, les grandes protubérances sont réussies plus fréquentes, dans les deux zones comprises depuis le 10e au 20e et du 60e au 70e de latitude, avec moins de fréquence à l'équateur et dans la zone comprise du 30e au 40e de latitude, et que, finalement, dans l'hémisphère Sud, la fréquence des protubérances est réussie à peu près constante dans la zone comprise du 20e au 60e de latitude, décroissant ensuite rapidement dans le plus grand voisinage de l'équateur et des pôles.

Avec ces données, le professeur Respighi n'entendait pas établir des lois définitives sur la distribution des protubérances sur la surface solaire, mais seulement les relations qu'il a vérifiées dans le cours de ses observations, lesquelles relations cependant étaient déjà suffisantes pour montrer l'incontestable dépendance de la distribution des protubérances de la rotation solaire; et il est étonnant que, plusieurs mois plus tard et avec des observations postérieures, un autre observateur italien ait prétendu présenter ce résultat comme une découverte faite par lui.

Dans la note précitée, le professeur Respighi, en se basant sur les relations des protubérances avec les facules et les taches, démontrait comme très probable que les protubérances ou éruptions solaires étaient sujettes à des variations périodiques comme les taches, desquelles variations apparaissaient déjà quelques indices dans les observations faites.

Les observations postérieures ont pleinement confirmé cette prévision, puisque, en coïncidence avec la période du maximum des taches

qui tombait à cette époque, il s'est présenté des variations périodiques très marquées dans la fréquence, dans la grandeur et la distribution des protubérances sur la surface solaire. Et ces variations périodiques, d'accord avec le maximum des taches, ont pu être constatées par l'heureuse combinaison que les observations du professeur Respighi avaient été entreprises d'abord quelque temps avant le grand développement des taches solaires et continuées jusqu'au retour de l'état normal du soleil.

Il a divisé la période entière des observations en cinq périodes partielles :

I. Période du 26 octobre 1869 au 30 avril 1870.
II. Période du 1er mai 1870 au 30 octobre 1870.
III. Période du 1er novembre 1870 au 30 avril 1871.
IV. Période du 1er mai 1871 au 1er septembre 1871.
V. Période du 29 janvier 1872 au 30 avril 1872.

Et après avoir compilé pour chacune de ces périodes le tableau de la fréquence relative des protubérances dans les différentes zones solaires de 10° en 10° de latitude, pour les deux hémisphères; et après avoir compilé les tableaux analogues pour la fréquence relative des grandes protubérances, qui n'ont pas moins de trois diamètres terrestres de hauteur, il a obtenu les résultats suivants. Depuis la première jusqu'à la quatrième période, le nombre journalier des protubérances s'est augmenté, dans les deux hémisphères, presque du double, en diminuant ensuite sensiblement dans la cinquième période.

De la première à la quatrième période, les nombres des grandes protubérances se sont augmentés du triple dans les deux hémisphères, en diminuant notablement à la cinquième période.

Cette variation dans la fréquence des protubérances ne s'est pas vérifiée dans les mêmes proportions dans toutes les zones solaires, mais dans des proportions différentes, de manière qu'il est résulté une notable altération dans la distribution des protubérances sur la surface solaire.

Dans la première période, la fréquence des protubérances présentait un minimum à l'équateur avec deux maxima entre le 20e et 30e de latitude Sud et Nord et avec deux minima très prononcés aux pôles; dans les périodes successives, la fréquence des protubérances augmentait principalement vers les régions polaires, de manière que, dans la quatrième, on avait deux maxima absolus entre le 70e et le 80e de latitude Nord et Sud, suivis de deux minima absolus entre le 60e et 70e de latitude Nord et Sud, tandis que dans

le reste de la surface solaire, la fréquence était presque constante. Enfin, dans la cinquième période, la fréquence des protubérances sur la surface du soleil présentait une marche assez semblable à celle vérifiée dans la première période.

Cette invasion temporaire des protubérances dans les régions polaires se présente aussi plus marquée pour les grandes protubérances, puisque, tandis que dans la première période elles manquaient totalement dans les calottes polaires jusqu'au 70e de latitude, dans la quatrième période, au contraire, on les trouvait nombreuses aussi dans ces régions, avec un maximum très marqué entre le 10e et 20e de distance aux pôles. Quelques observateurs ayant entrepris les observations dans cette période exceptionnelle et de grande perturbation dans l'activité solaire, ont cru trouver dans cette invasion temporaire des protubérances dans les régions polaires un démenti de la loi que j'avais déduite précédemment du défaut de grandes protubérances dans ces régions; mais les observations de la cinquième période et les postérieures jusqu'à la fin de juillet 1872 ont démontré à l'évidence la vérité de cette loi dans l'état normal du soleil puisque, dans ce long intervalle de temps, presque aucune grande protubérance ne s'est présentée à une distance des pôles d'environ 30°.

Quant aux relations des protubérances avec les facules, le professeur Respighi, depuis les premières observations, a trouvé que les facules sont ordinairement accompagnées de protubérances, sans cependant être confondues avec elles dans un seul phénomène, comme quelques-uns le prétendent. Le professeur Respighi, sans nier qu'il peut y avoir des jets portant des facules, néanmoins s'appuyant sur beaucoup d'observations différentes, affirme que, bien que très près des facules, les protubérances en sont distinctes, et il croit inadmissible l'opinion préférée par beaucoup d'observateurs, que les facules constituent la base ou naissance des protubérances ou jets.

Malgré cela, le professeur Respighi a toujours admis une étroite relation entre ces deux phénomènes solaires en déclarant, comme assez probable, que les facules soient des modifications locales de la surface solaire, produites par des éruptions voisines et cela ou par la condensation des matières lumineuses, ou par un excès de l'état d'incandescence causé par la chaleur ou l'électricité.

Sur les régions des taches, la chromosphère ou la couche rosée se trouve ordinairement assez lumineuse et compacte, et dans de telles conditions à présenter renversées ou lumineuses, non seulement les raies de l'hydrogène, mais aussi celles de différentes autres substances, du sodium, du fer, du magnésium, etc., et constamment ensuite deux raies dans le rouge, une entre B et C, l'autre entre

le B et l'*a*, à peu près coïncidentes avec les divisions 651.2 et 534.6 de l'échelle Kirchhoff.

Les protubérances qui surgissent dans la localité des taches se font remarquer sur celles des autres régions par la vivacité extraordinaire de la lumière des jets, par leur forme bien définie, par leur développement très rapide et par leur transformation très rapide, par la brièveté de leur durée, et finalement par leur composition ordinairement riche en d'autres matières que l'hydrogène.

Ces caractères spéciaux de la chromosphère et des protubérances dans la localité des taches sont si marqués et constants qu'on peut en conclure la présence des taches sur le bord du soleil lors même qu'elles ne sont pas visibles au télescope.

Quoique les localités des taches soient ordinairement dominées d'un état énergique d'activité et d'éruption, quelquefois il y semble régner un état de calme complet, ou à cause du défaut total de protubérances, ou par la présence de jets vifs et petits, et cela a lieu principalement pour les localités des taches de forme plus stable.

De temps en temps dans le voisinage des taches, les éruptions assument d'une manière temporaire des proportions gigantesques, et, au fait, c'est alors qu'ont lieu les grandes transformations de ces taches.

Pendant la période de grande perturbation, ces éruptions violentes et gigantesques sont devenues assez fréquentes en proportion aux transformations continuelles des taches.

Sur l'endroit précis des taches ou plutôt sur le noyau de ces taches, ou les éruptions n'ont pas lieu, ou sont restreintes à des jets faibles de peu de durée. Les éruptions ou protubérances surgissent principalement sur la pénombre et s'étendent à toute la région anormale de la photosphère qui environne les taches.

Le professeur Respighi, après avoir mentionné toutes les particularités et les phénomènes spéciaux présentés par les éruptions solaires dans les régions des taches, déduit comme conséquence assez probable que les taches ne sont pas constituées par des cavités, trous ou grandes crevasses de la sous-sphère, mais par de simples modifications de la surface incandescente du soleil, et cela par l'obscurcissement partiel de cette surface ou par une accumulation d'une espèce d'écume ou scorie obscure flottant sur cette surface liquide, obscurcissement ou accumulation produite certainement par les éruptions spéciales et violentes dominant dans les zones voisines de l'équateur solaire.

M. PICHOU.

Nouvel appareil de Navigation aérienne.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

L'auteur commence par rappeler que deux systèmes basés sur des principes différents ont été mis en avant pour la réalisation de la navigation aérienne.

L'un, que l'on peut appeler système du *plus léger que l'air*, a pour unique objet la direction des aérostats, auxquels on donne alors une forme appropriée pour la marche progressive dans la masse d'air, et que l'on munit de voiles, de rames, d'hélices, etc., dont l'action est destinée à modifier la direction que les courants aériens impriment naturellement aux ballons.

Le système du *plus lourd que l'air*, qui ne date que d'une dizaine d'années, consiste, au contraire, dans la réalisation de la progression en tous sens de la machine aérienne à travers les couches inférieures de l'atmosphère, sans l'emploi d'appareils à gaz léger, mais en opérant sur l'air, par des moyens mécaniques, une pression assez considérable pour vaincre d'abord la force de la pesanteur, et, pendant la marche, la pression en sens contraire des vents modérés.

M. Pichou explique que la surface considérable que présente au vent un ballon gonflé de gaz, quelle que soit sa forme, ne permettra jamais de le diriger dans un sens diamétralement opposé à celui d'un vent ordinaire, et que les aéronautes pourront tout au plus, en cheminant dans le sens du courant, faire dévier l'appareil suivant une ligne formant, avec la direction de ce courant, un angle très aigu.

M. Pichou cite comme exemples les expériences de MM. Henry Giffard et Dupuy de Lôme, et, après avoir parlé des débuts malheureux du système du *plus lourd que l'air* préconisé par MM. de la Landelle et Ponton d'Amécourt, dit qu'il faut revenir au point de départ du problème, l'imitation du vol de l'oiseau, par un mécanisme d'un emploi pratique installé sur une barque aérienne bien équilibrée.

Pour obtenir ce résultat, M. Pichou a imaginé de suspendre cette barque à deux axes transversaux fixés à sa partie supérieure, et portant, à leurs extrémités, des cadres à palettes mobiles. Ces palettes, au nombre de deux sur chaque cadre, occupent des plans perpendiculaires entre eux.

Les axes transversaux sont animés, au moyen de la vapeur, d'une vitesse de 27 tours par seconde, obtenue par diverses pièces de transmission et de multiplication de la vitesse de course des pistons.

Les axes des palettes mobiles étant éloignés l'un de l'autre de 3 mètres décrivent ainsi, à chaque tour des cadres, une circonférence de 9^m42, soit 254^m34 par seconde.

Au moyen d'un mécanisme particulier, ces palettes décrivent en sens opposé de celui du cadre une demi-révolution sur leurs axes, par chaque tour complet du cadre. Il en résulte qu'elles ne frappent l'air normalement que pendant la moitié de leur chemin autour de l'axe principal, et que, pendant le surplus, elles le frappent tangentiellement. De là une pression sur l'air à un point donné, qui n'est pas détruite par une pression en sens inverse au point opposé, comme cela aurait lieu sans cette disposition des palettes.

Chaque palette, ayant 1^m40 sur 1 mètre, peut ainsi fournir un effet utile sur une surface d'environ 1 mètre superficiel.

D'après la formule $P = 0\ 11\ ds^{1,1}\ V^2$, appliquée pour calculer la pression exercée sur l'air par une surface et pour une vitesse déterminées, chaque palette exercerait une pression de 8,463 kilogrammes, soit pour les quatre cadres 33,852 kilogrammes.

En réduisant dans l'application ce chiffre à 20,000 kilogrammes, on voit que la construction de l'appareil et de la machine à vapeur pourrait encore être réalisée avec une pesanteur beaucoup moindre.

La différence entre la pesanteur totale de la machine et la pression exercée sur l'air représenterait l'excédant de force dont on pourrait disposer pour vaincre la résistance des courants aériens.

Un dessin de cet appareil, imaginé par M. Pichou, en 1870, figure actuellement à l'Exposition universelle de Lyon.

3e ET 4e SECTIONS.

Navigation, Génie civil et militaire.

Président : M. JACQUEMET, inspecteur général des ponts et chaussées.
Secrétaire : M. E. LEMOINE, ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur civil.

M. ARSON,

Ingénieur civil, ancien élève de l'École centrale.

Compensation de la déviation du Compas de marine à bord des navires en fer.

(Séance du 6 Septembre 1872)

Le compas de marine est soumis, à bord des navires en fer, à des influences magnétiques qui font dévier l'aiguille de la direction que lui imprimerait le magnétisme terrestre seul.

Les premières observations faites à ce sujet remontent à l'époque où les navires, encore construits en bois, ne contenaient du fer que dans leur armement, et Poisson étudiait déjà la question en 1838. Elle prit de l'importance au fur et à mesure que le fer entra dans une plus large part de la construction, et M. Airy, puis M. Archibald Smith durent étendre la théorie de Poisson, pour l'appliquer aux phénomènes plus complexes qui interviennent alors. Néanmoins, malgré de savantes analyses, la régulation des compas de marine, à bord des navires en fer, était demeurée très imparfaite. La nécessité d'une solution pratique devenait de plus en plus urgente, par l'extension que prennent les constructions en fer. C'est à ce besoin que répond l'appareil désigné sous le nom de *compensateur des déviations du compas à bord des navires en fer.*

Cet appareil fournit, en effet, sans correction, par une lecture directe du compas, dans toutes les orientations et dans toutes les latitudes, des indications exactes.

Sa construction et la manière de le régler reposent sur les lois mêmes des phénomènes qui sont en jeu dans la question : l'attraction de la matière sur l'aiguille aimantée, l'attraction et la répulsion exercées par le magnétisme permanent et par le magnétisme induit; désignant par magnétisme permanent la propriété dont jouissent

certains corps, le fer en particulier, d'attirer par un de leurs points et de repousser par un autre un même pôle de l'aiguille aimantée, quelle que soit la position dans laquelle on les présente à l'aiguille ; et par magnétisme induit, un état semblable développé sous l'influence de l'action terrestre, mais dépendant de l'orientation de ce corps et changeant avec elle.

Rappelons brièvement ces lois.

Action attractive de la matière.

Plusieurs métaux, le fer en particulier, ont une action sur l'aiguille aimantée. Mais, attendu que cette action s'exerce avec une égale intensité sur les deux pôles s'ils sont à égale distance, il suffit d'éloigner suffisamment le compas des masses de fer, pour que ces attractions deviennent égales pendant que l'aiguille évolue. On comprend donc qu'il suffise d'éloigner l'aiguille de ces masses pour rendre leur action insensible dans toutes les positions que peut prendre l'aiguille lorsqu'elle évolue.

Action du magnétisme permanent.

Le magnétisme permanent, vulgairement appelé aimantation, est en général la cause principale de la déviation. Cet état est développé, dans le fer, par les actions mécaniques de la construction.

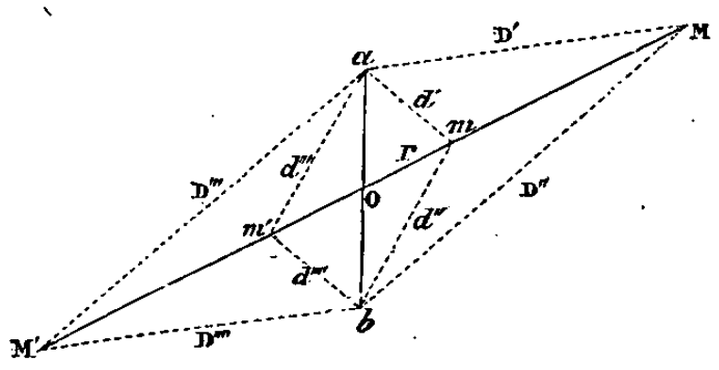
L'analyse mathématique de la déviation que l'aimantation imprime à l'aiguille, porte sur deux points essentiels, savoir :

1° L'influence qu'exerce la distance comprise entre les pôles de l'aiguille non déviée et les points d'application de deux forces déviatrices qui sont en équilibre ;

2° L'influence de l'angle compris entre la direction de l'aiguille supposée déviée et la direction du rayon passant par le pôle déviateur.

Voici cette analyse.

Influence qu'exerce la distance comprise entre les pôles de l'aiguille non déviée et les points d'application de deux forces déviatrices qui sont en équilibre.



(Fig. 1.)

Représentons par la ligne *ab (fig. 1)* une aiguille aimantée, ayant ses pôles en *a* et en *b*, située dans un plan horizontal;

Par MM′, deux pôles magnétiques situés sur une droite horizontale passant par le centre O d'oscillation de l'aiguille et à égale distance R de ce centre;

Par *mm′*, deux pôles placés sur la même droite MM′, à une distance commune *r* du pivot O, et dont l'action fait équilibre à l'action des pôles MM′;

Appelons D′D″, *d′d″*, les distances des pôles *a* et *b* aux points M*m*; puis D‴D⁗, *d‴d⁗* les distances des mêmes pôles aux points M′*m′*;

Tenant compte de l'égalité des deux parties de la figure et écrivant que les moments des forces agissant en MM′ égalent les moments des forces agissant en *mm′*, on arrive à la condition d'équilibre (1) :

$$\frac{m}{M} = \frac{R}{r} \times \frac{D'^3 + D''^3}{D'^3 D''^3} \times \frac{d'^3 d'^3}{d'^3 + d''^3},$$

et comme les valeurs de D sont grandes par rapport à la demi-longueur de l'aiguille, mettons cette équation sous la forme plus simple, en remarquant que $\frac{D'^3 + D''^3}{D'^3 D''^3}$ est très sensiblement constant et égal à $\frac{2}{R^3}$, on est autorisé à écrire

$$\frac{m}{M} = \frac{2}{rR^2} \frac{d'^3 d''^3}{d'^3 + d''^3},$$

expression de laquelle on peut tirer les conclusions importantes que voici :

1° Le rapport $\frac{m}{M}$ change avec la direction de la ligne OM, au fur et à mesure que s'opère l'évolution des points *m* et M, car le terme $\frac{d'^3 d''^3}{d'^3 + d''^3}$ varie.

2° Cette variation est constante dans toutes les orientations, puisqu'elle ne dépend que des dimensions de l'appareil compensateur.

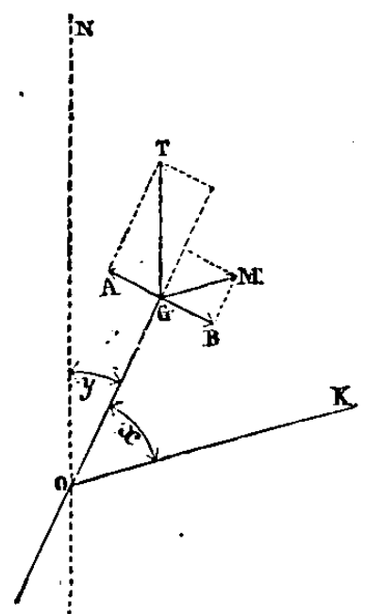
Influence de l'angle compris entre la direction de l'aiguille supposée déviée et la direction du rayon passant par le pôle déviateur.

La relation qui existe entre l'angle *y* de la déviation de l'aiguille et l'angle $(x + y)$, que le pôle déviateur M fait avec le nord magné-

(1) Voir le développement de ce calcul dans la brochure : *Compensateur des déviations du compas de marine à bord des navires en fer.*

tique, est aussi facile à établir et d'une expression plus simple encore.

Soit OG *(fig. 2)* la demi-longueur d'une aiguille qui tourne autour du point O, déviée de sa position normale ON par une forme magnétique agissant à une grande distance et qu'on peut, dès lors, supposer indifféremment sur la ligne GM ou sur la ligne OK qui lui est parallèle.



(Fig. 2.)

Les moments de ces forces en équilibre, pris autour du point O, conduisent à l'égalité :

$$T \sin y = \sin x$$

ou

$$\frac{\sin y}{\sin x} = \frac{M}{T} = \text{constante},$$

expression très simple et très remarquable.

Elle montre, par exemple, que le maximum de la déviation due au magnétisme permanent a lieu lorsque l'angle x est droit, auquel cas le pôle déviateur est parvenu dans un angle de 90°, augmenté de l'angle y.

Deux observations suffisent pour déterminer, dans un navire, la valeur de $\frac{M}{T}$, qui est d'ailleurs différente dans chacun d'eux, et différente aussi dans le même navire avec la position assignée au compas. On sait que le magnétisme induit n'exerce pas d'action sur le compas, lorsque le navire est dans le Nord-Sud magnétique ou dans l'Est-Ouest, ce qu'on conclut facilement de la symétrie des forces qu'il développe; on peut donc faire une observation de la déviation qui a lieu dans le Nord, puis une autre de la déviation qui a lieu dans l'Est, et fournir ainsi à l'équation générale deux quantités connues, qui permettront de tirer la valeur de $\frac{M}{T}$ et la position de l'origine de la courbe à partir de laquelle on pourra compter les valeurs de x. Puisqu'on connaît la déviation par observation; si donc on retranche de chacune de ses valeurs celle de y, due au magnétisme permanent, la différence pourra être attribuée, avec certitude et sans analyse mathématique, à l'action du magnétisme induit.

Action du magnétisme induit.

On sait que plusieurs métaux manifestent un caractère magnétique différent de celui qui est dû à l'aimantation. Le magnétisme qu'ils possèdent, orienté par l'influence d'un corps magnétique voisin,

donne à ces corps les propriétés d'un corps aimanté. Cette action est instantanée et variable avec la situation relative du corps induit par rapport au corps inducteur.

On sait aussi que l'arrangement magnétique, dû à l'induction dans des masses de fer en contact, s'opère comme si ces masses n'en faisaient qu'une. La terre agissant comme un aimant sur la coque d'un navire et sur les corps qui y sont contenus, y développe ce phénomène qui exerce une influence particulière, différente de celle qui est due à l'aimantation permanente, et qui concourt à troubler l'équilibre de l'aiguille.

On remarque facilement et on déduit d'un raisonnement bien simple, que l'action déviatrice exercée sur l'aiguille par la coque agissant comme un corps enveloppant est de signe contraire à celle qui provient des corps contenus dans la coque, et qui sont nécessairement extérieurs à l'aiguille. Il pourra donc arriver que la déviation éprouvée par un compas, du chef de l'induction, soit tantôt positive, tantôt nulle et tantôt négative.

Compensateur et méthode de règlement.

Le compensateur des déviations du compas de marine est renfermé dans un cylindre enveloppe, qui contient le compas et tous les organes nécessaires à la compensation. Sur le devant de l'appareil est un volant à main, à l'aide duquel on opère le mouvement de déplacement qui convient à ces organes, suivant l'orientation. Sur le dessus de l'appareil est une ouverture, fermée par une glace, au travers de laquelle se fait la lecture de la rose.

Dans l'intérieur est un support qui porte le compas et les organes chargés d'en faire la compensation. Les uns sont propres au magnétisme permanent, les autres au magnétisme induit.

Le magnétisme permanent est compensé par un aimant, placé dans le plan vertical qui contient l'axe de rotation de l'aiguille et le pôle déviateur, formant la résultante de toutes les actions déviatrices dues au magnétisme permanent. Ce plan fait, avec le plan du méridien magnétique, un angle $(x + y)$, qu'on détermine comme il a été dit précédemment. L'intensité de l'action exercée par cet aimant sur le compas, pendant l'évolution, est rendue variable par l'élévation ou l'abaissement de l'aimant lui-même. On proportionne convenablement l'aimant, en faisant varier le nombre des fils dont il est composé. Ceux-ci sont en acier fondu trempé sec, recouverts de cuivre par la galvanoplastie, et faiblement aimantés.

Les imperfections du règlement qui pourraient provenir des imperfections de l'appareil ou de l'inexactitude des hypothèses

introduites dans le calcul; celle qui a été faite sur la distance du point d'application de la résultante, par exemple, imperfections relativement très petites, sont corrigeables par l'emploi d'aimants permanents, introduits dans des tubes fixes placés à la base de l'instrument. Ces moyens complémentaires et correcteurs ne seront généralement pas nécessaires.

Les organes de la compensation du magnétisme induit sont des faisceaux de fils de fer doux, d'un état magnétique neutre, au point de vue de l'aimantation permanente. Ils sont contenus dans deux étuis distincts, placés l'un à l'avant, l'autre à l'arrière du compas, et portés par un cylindre vertical enveloppant le support, lequel cylindre peut être rendu fixe ou mobile suivant le cas.

L'un des tubes étuis est horizontal, et le fer doux qu'il contient exercé une action d'égale intensité dans tous les quadrants. L'autre tube étui tourne autour d'un axe horizontal, exécutant une révolution complète sur lui-même, pendant que le navire fait une évolution, de manière à faire prendre au fer doux des positions qui font apparaître des intensités magnétiques différentes en intensité dans les différents quadrants.

Ces dispositions permettront de compenser toutes les actions positives ou négatives, égales ou inégales, qui se produiront dans les deux quadrants Nord ou dans les deux quadrants Sud. L'emploi s'en fait de la manière suivante.

Rappelons qu'il y a lieu de compenser tantôt une action positive, dans le premier quadrant de la rose, tantôt une action négative. Enfin, que ces actions déviatrices sont tantôt égales d'intensité dans les quatre quadrants, et tantôt inégales.

Si l'action à compenser dans le premier quadrant est positive, on fait usage d'organes qui tournent en sens contraire de l'évolution du navire. Si cette action est négative, on emploie ceux qui tournent avec le navire.

Si la compensation à produire a la même valeur numérique dans les quatre quadrants, on fait usage du tube horizontal fixe seulement, et on y introduit un faisceau de fils de fer doux de puissance convenable, titré à l'avance.

Si la compensation à produire est plus grande dans la demi-évolution Nord, que dans la demi-évolution Sud, on emploie le tube rotatif, partant de la position verticale, quand le navire est orienté dans le Nord. Si la plus grande déviation a lieu dans la demi-évolution Sud, on règle la position du tube de telle sorte qu'il occupe la position horizontale lorsque le navire passe dans le Nord.

Enfin, si l'intensité déviatrice, due au magnétisme induit, est

relativement considérable, on fait simultanément usage du tube fixe et du tube rotatif.

Une observation dans le Nord 45° Est et une dans le Sud 45° Est fourniront les données numériques nécessaires à cette partie du règlement. On possède, en effet, la formule générale qui donne toutes les valeurs de la déviation due au magnétisme permanent, on pourra donc calculer celles qui auraient lieu dans les orientations précédentes, si le magnétisme induit ne les modifiait pas; les différences observées entre les résultats de ce calcul et les indications du compas seront, par conséquent, attribuables à cette influence. En résumé, le règlement total d'une déviation quelconque n'exigera que quatre observations à faire dans un arc de 135°.

En avant de la rose du compas est placée une rose toute semblable, mais n'ayant aucun caractère magnétique : c'est un indicateur qui guide l'observateur dans l'emploi des organes de l'instrument. Lorsqu'on voudra rendre le compas étranger aux actions déviatrices qui l'entourent, il suffira d'amener, à l'aide du volant manette, le cadran indicateur dans la même orientation que le cadran de la rose.

Les relations entre les organes intérieurs et la cause de la perturbation seront établies comme il convient à l'exacte compensation, dans toutes les orientations et sous toutes les latitudes.

M. Jules VAVIN,

Lieutenant de vaisseau.

Du balisage des côtes par grands fonds et principalement par fonds de roches.

(Séance du 6 Septembre 1872.)

MESSIEURS,

De toutes les questions qui intéressent la navigation, peu sont aussi importantes que celle du balisage. On appelle ainsi, vous le savez, l'ensemble de tout ce que l'homme a construit sur les côtes pour déterminer ou aider à reconnaître certains points dangereux, tels que hauts-fonds, roches isolées, etc.; le balisage sert également à indiquer les passages libres à la navigation. Il comprend les phares, les tourelles, les bouées, etc., etc.

Si, au large, le marin a souvent à lutter contre le vent et la mer, sa route peut toujours, sans grand inconvénient, être modifiée,

quelquefois même il doit la subordonner à ces éléments. Sur les côtes, au contraire, non seulement sa route doit être précise, mais, dans bien des cas, la plus légère erreur mettrait son navire en péril. Au vent et à la mer, plus dangereux près des côtes qu'au large, on doit ajouter la brume qui, près de terre, est aussi un véritable danger; mais le plus grand péril consiste dans les écueils dont les abords de sa route sont parsemés et qui ne laissent généralement entre eux que d'étroits passages. On comprend que le navigateur ne puisse connaître parfaitement les détails de toutes les côtes; c'est précisément ce qui a créé l'industrie des pilotes, qui viennent chercher les bâtiments au large pour les conduire dans les ports. Autrefois, le balisage étant encore bien imparfait, le capitaine prudent n'osait s'aventurer près de terre et maintenait son navire par de grands fonds; aussi les pilotes allaient-ils fort loin. A mesure que les côtes ont été étudiées et mieux balisées, le marin, étranger à une localité, a pu s'en approcher, et aujourd'hui il est à peu près facile d'entrer dans tous les ports avec de bonnes cartes, des instructions et surtout un bon balisage. Le rôle des pilotes a bien perdu un peu de l'importance qu'il avait, et, depuis le moyen âge, elle tend à s'amoindrir, mais le progrès général y a beaucoup gagné. Les traversées sont devenues plus courtes et les sinistres sur les côtes moins fréquents, le balisage permettant de connaître sa position et les bâtiments étant moins exposés à rester longtemps dans des parages où ils risquaient d'essuyer des coups de vent. Sur les côtes de l'Europe, par exemple, les mauvais temps pendant l'hiver sont tellement fréquents, qu'un navire venant du large a le plus grand intérêt à ne faire, s'il le peut, que traverser la zone d'atterrissage, ce qui lui sera facile, si le temps est maniable et les approches du point qui doit l'abriter bien balisées. Mais le balisage n'a de valeur que s'il est apparent et très exact. Je parle surtout du balisage du large (ce sont généralement des bouées), car près de terre une balise qui manque peut souvent être remplacée par d'autres amers (1). Au large de la côte, lorsque le temps est sombre et légèrement brumeux, que, sans voir la terre, l'estime indique cependant que l'on s'en approche et que, par conséquent, le bâtiment se trouve soumis à toute l'influence des courants qui peuvent erroner sa route, combien est précieuse la vue d'une bouée qui, par sa forme, sa couleur, son numéro, un signe quelconque enfin, mais certain, indique la position du navire! Le cas que je viens de citer est celui qui se présente la plus grande partie de l'année sur les côtes Nord de

(1) On appelle ainsi les points remarquables de la côte ou du large dont les marins ont l'habitude de se servir pour guider leur route ou déterminer la position d'un danger.

l'Europe et même sur les côtes Ouest de la France. Avec cette bouée, le capitaine rectifie l'erreur de ses estimes et peut se diriger avec assurance, et sans attendre le pilote, sur un autre point de reconnaissance également déterminé, mais plus rapproché de terre ; là, il rectifiera de nouveau la petite erreur de cette dernière route, et ainsi de suite jusqu'au port. Comme il est facile de le comprendre, cette balise du large est en général une bouée plus ou moins grosse, sur laquelle on installe des appendices destinés à la faire reconnaître, si sa forme ne suffit pas. Quelquefois même, dans les parages brumeux, on place une cloche sur la bouée, ce qui permet de juger de son approche lorsque le temps est trop sombre pour la distinguer. Ces bouées sont soumises à tant de causes de détérioration que souvent elles sont enlevées, déplacées ou démolies. Sur certains points de la côte on doit même renoncer à en placer, parce qu'elles ne résisteraient pas. Les marins, les armateurs, les assurances ont un intérêt capital à ce que l'on puisse compter sur la position d'une bouée que l'on sait devoir rencontrer et que l'on cherche souvent avec anxiété.

En effet, la reconnaissance de cette bouée peut abréger la traversée d'un ou plusieurs jours et quelquefois sauver le bâtiment, en lui permettant de rectifier une route dangereuse. Je me suis donc demandé s'il n'y aurait pas possibilité de rendre les bouées, mouillées par de grands fonds, moins sujettes à être enlevées ou démolies. La communication que j'ai l'honneur de vous faire, Messieurs, a pour but d'étudier cette question particulière du balisage.

I

On sait qu'une bouée est un vase étanche, généralement en tôle pour les grandes dimensions, doué d'une grande flottabilité. La bouée est lestée à sa base, et ce poids vient s'ajouter à celui de la chaîne pour la maintenir verticale, ce qui est très important puisque c'est la partie supérieure, seule visible, qui porte en général le signe distinctif qui doit la faire reconnaître ; une bouée n'ayant de valeur que si l'on ne peut la confondre avec d'autres. La base de la bouée est reliée par une chaîne à un point fixe sur le fond, qui consiste généralement en un bloc de fonte, appelé crapaud. Ce bloc agit surtout par son poids, quoique quelquefois le frottement ait une certaine action pour le maintenir, lorsque, par exemple, le crapaud porte des cannelures. La chaîne a toujours plus de longueur que le fond, afin de lui donner quelque élasticité et aussi pour que l'effort exercé sur le crapaud soit moins vertical. .

Toutes les bouées mouillées en mer sont sujettes à plusieurs

causes de détérioration que je vais passer en revue, et j'en déduirai ensuite un système de bouée que je crois capable d'y résister autant que possible.

Quelle que soit leur forme, les bouées oscillent constamment, dès qu'il y a seulement du clapotis. Ce mouvement de pendule, très rapide et très brusque, augmente avec la mer et devient désordonné avec une mer tourmentée. Si ce n'était qu'un mouvement de pendule, il n'y aurait pas à s'en préoccuper; il faudrait faire plus solide le boulon qui relie la bouée à la chaîne, car tout se bornerait à un simple frottement. Mais la bouée n'oscille pas sur sa base. C'est un corps flottant, et on peut admettre que le point autour duquel elle tourne, se trouve situé un peu au-dessus du centre de gravité. La base décrira donc un arc $a'aa''$ entraînant la chaîne, et cela d'une manière d'autant plus brusque, que le mouvement de la bouée le sera lui-même *(pl. II, fig. 1)*. J'ai vu, à Saint-Pierre-Miquelon (Terre-Neuve), toutes les bouées venir à la côte à la suite d'un coup de vent, où la mer n'avait pas été très grosse, mais où elle avait été très tourmentée. Elles avaient toutes la même avarie, leur base arrachée ; évidemment, il n'y avait pas d'autres causes. Je m'empresse de dire qu'on soigne beaucoup plus la construction des bouées, aujourd'hui, et que ce genre d'avarie est assez rare. Du reste, si les chocs sont violents, ils ont peu d'étendue, et, pourvu que l'on visite les bouées de temps en temps, on peut ne pas tenir compte de cette cause de détérioration. On la diminuera beaucoup, en abaissant le centre de gravité, tout en rendant la bouée la plus légère possible.

La seconde cause est plus sérieuse. Prenons la bouée à mi-marée, alors que le courant est bien établi et la chaîne, par conséquent, très tendue, mais assez inclinée, puisque la profondeur d'eau, étant moins grande, agit comme si la longueur de la chaîne augmentait. Si la mer est belle, l'effort sur la chaîne sera régulier, et pourvu qu'elle soit assez forte et le point d'attache sur le fond fixe, tout restera dans l'état. Mais si, au lieu du calme, il règne un coup de vent et grosse mer dans le sens du courant, voyons ce qui se passera. Le creux de la lame aura pour effet de porter la bouée en aval, et le sommet, de la porter en amont. En effet, le niveau de l'eau diminuera dans le premier cas et augmentera dans le second; quant à la bouée, retenue par une chaîne inextensible, elle sera forcée de décrire un arc de cercle avec cette chaîne pour rayon. Voilà ce qui se passerait, si l'action de la lame agissait avec lenteur et que la bouée eût le temps de la suivre et de se porter de a' en a'' *(fig. 2)*. Mais, en fait, si je prends la bouée dans sa position moyenne A, au creux de la lame, elle baissera; n'étant plus soutenue par l'eau, la

chaîne mollira et la bouée se portera bien un peu en aval; mais elle n'aura pas fini son évolution, lorsque le sommet de la lame passera sur elle. Elle se trouvera alors à A'. Le niveau de l'eau augmentant brusquement, la chaîne se raidira avec choc, et la bouée, qui tend à flotter, avancera contre l'impulsion de la lame. Comme, à cause de son inertie, de son frottement et de celui de la chaîne, elle se déplacera moins vite que la mer, elle disparaîtra en A'' sous la lame, au moins en partie. D'où effort considérable sur la chaîne. On voit parfaitement quelle secousse il en résultera pour cette chaîne alternativement molle et très raide, et passant brusquement d'un état à l'autre, et dans des conditions qu'il est assez difficile de calculer; il manque pour cela un élément, la force d'impulsion de la lame. Il est presque impossible de s'imaginer la force d'impulsion de la mer rencontrant un obstacle, lorsqu'il y a assez de profondeur d'eau pour que l'influence du frottement sur le fond puisse être négligé. Il se forme une sorte de coin dont la pointe, incompressible et ne pouvant se dérober, est la partie liquide en contact avec l'obstacle. C'est la seule explication d'un fait remarquable, comme celui qui s'est passé au fort Boyard, il y a quelques années, où une lame, entrant par un des sabords très étroits de ce fort, a cependant soulevé de son affût un gros canon. Je suis convaincu que c'est à cet effet que l'on doit attribuer presque toutes les avaries des bouées. Lorsque la bouée est surmontée d'un appendice destiné à la distinguer, cet appendice est souvent arraché, rasé pour ainsi dire par la mer; car, comme je viens de le démontrer, la bouée qui passe sous la lame est un point fixe comme un rocher, mais elle a, en plus, un certain mouvement ou plutôt une tendance à marcher contre cette impulsion; elle fait donc l'effet d'un rocher qui avancerait contre une lame, et cela, en général, dans des endroits où les lames ont toute leur liberté d'impulsion dans le sens de la longueur.

Quant au bloc de fonte, appelé *crapaud*, s'il n'est pas entraîné par cette cause, son inertie s'opposant à son déplacement brusque et la chaîne cassant auparavant, il arrive quelquefois cependant qu'il se trouve déplacé. Le cas s'est passé il y a deux ans, sur nos côtes, dans des circonstances qu'il est bon de relater. Par calme, un bâtiment, entraîné par le courant, aborda une bouée dont la chaîne s'accrocha à son gouvernail. Le crapaud fut entraîné plusieurs centaines de mètres, jusqu'à ce que le bâtiment parvint, enfin, à se dégager de cette chaîne. La bouée avait été portée sur un banc élevé, ce qui était très grave, et comme ce bâtiment eut le grand tort de ne pas prévenir, elle y resta assez longtemps. Ceci prouve donc que si, en général, les blocs de fonte sont suffisamment stables, ils

ne présentent pas cependant toute sécurité dans des endroits où il passe beaucoup de navires et où les bouées sont susceptibles d'être entraînées par un abordage. Il est bien préférable, pour le navigateur, qu'une bouée soit enlevée que déplacée; dans le premier cas, il se défie; dans le second, il ne s'en aperçoit souvent que trop tard.

Enfin, il y a une troisième cause de détérioration bien importante, mais qui n'existe que sur les fonds de rochers, et dans certaines conditions. Ces fonds étant très fréquents sur nos côtes, il faut en tenir grand compte. Lorsque le temps est beau et que les marées sont faibles, les courants sont peu sensibles, et dans l'intervalle d'une marée, la bouée décrit une circonférence en raidissant à peine sa chaîne; les courants de marée, sur les côtes, ayant presque toujours un mouvement giratoire. Depuis la haute mer jusqu'à la basse mer, c'est-à-dire pendant tout l'intervalle du jusant, la profondeur d'eau diminuant, la chaîne mollira et traînera sur le fond en décrivant une courbe analogue à celle de la bouée. Il arrivera quelquefois qu'elle s'engagera dans les anfractuosités des roches, et lorsque, quelques heures après, le flot se fera sentir, la profondeur d'eau augmentant, la bouée tirera sa chaîne; mais si celle-ci est accrochée à une roche, cette roche fera non seulement point fixe, mais agira comme un véritable treuil, si le même effet se reproduit à plusieurs marées, car chaque fois la chaîne diminuera de longueur. Il arrivera donc un moment où la chaîne étant trop courte, la bouée disparaîtra, étant immergée. Peut-être aussi la chaîne, qui n'est pas calculée pour cet effet, cassera-t-elle, si surtout cet effet vient se combiner avec d'autres. En tous cas, la bouée ne sera plus d'aucune utilité pour le navigateur. Je citerai un exemple assez remarquable de cet effet : il y a quelques années, le ponton-phare, mouillé sur fond de roches dans les environs du plateau dangereux de Rochebonne, eut ses chaînes engagées dans des roches, et il fut obligé de les démailler et de les abandonner. Depuis cette époque, on a choisi un emplacement où il n'y a que du sable, et le même accident ne peut plus se reproduire.

Je ne parle que des causes naturelles, et qu'il est peut-être possible d'éviter, car il y a encore les abordages de navire qui peuvent démolir ou couler une bouée, mais ces accidents étant impossibles à prévoir, je ne m'en occupe pas.

En résumé, les causes de destruction des bouées sont :

1° L'oscillation constante de la bouée dès qu'il y a la moindre mer;

2° L'impulsion de la lame, dont l'effet est quelquefois de casser la chaîne. mais surtout de démolir la bouée, principalement quand elles sont plates et qu'elles portent à leur sommet des appendices;

3° L'entraînement du crapaud et, par suite, le déplacement de la bouée (plus dangereux que la disparition) ;

4° L'enroulement de la chaîne sur les roches.

M'étant trouvé à même de constater souvent ces divers effets produits entièrement ou en partie, j'ai cherché une installation qui pût donner une sécurité plus grande et qui permît de placer des bouées là où il est impossible d'en placer aujourd'hui, et où cependant il y aurait urgence d'en avoir. Je citerai, par exemple, la très dangereuse roche de la Jument qui limite, au large, le vaste plateau des Glénans. Cette roche, qui ne découvre jamais, a causé une quantité énorme de sinistres. Alors, bien des capitaines tombent dans l'excès contraire et s'en éloignent tellement, lorsque leur route les conduit à passer dans les environs, qu'ils allongent beaucoup leur traversée. C'est surtout important pour les caboteurs.

II

Le système de mouillage pour les bouées que je vous soumets diffère essentiellement de celui employé aujourd'hui. Je me suis principalement appliqué à éviter les chocs produits par la lame, en donnant au système une certaine élasticité, qui lui permît de céder sous l'effort de la mer.

Deux crapauds à crampons *(fig. 3)* ou mieux deux ancres à une seule patte G, H *(fig. 4)*, mouillés en ligne dans le sens habituel du courant, sont reliés par une chaîne. Du milieu M de cette chaîne part une autre chaîne, qui vient s'attacher à une bouée conique. Cette bouée est toujours immergée, même dans les plus basses mers, et en tenant compte de la levée. Une sorte de fuseau en fer très léger, mais très rigide, AB, prend son point d'appui au moyen d'un anneau sur une forte bobine en fer, qui est à la base de la bouée. La tige AB est par conséquent libre dans tous les sens *(fig. 5)*. Elle est horizontale lorsque le niveau de la mer est dans une position moyenne et devient oblique dans les positions extrêmes de flot et de jusant. Elle a de 5 à 7 mètres de longueur, suivant la hauteur de la marée. De l'extrémité B part une chaîne ou un câble en fil de fer, qui est relié, à sa partie supérieure, à la bouée proprement dite, celle qui servira au navigateur. En dessous de la tige, le câble se prolonge et porte un poids CD. Ce poids est destiné à maintenir la bouée F droite, mais il a aussi pour but d'absorber une partie de la force produite par le choc de la mer, aussi a-t-il la forme d'un disque épais. On voit immédiatement qu'il n'y a plus à craindre les enroulements sur le fond ni le déplacement fortuit de la bouée, les deux ancres la maintenant aussi solidement qu'un navire. Voyons comment elle se

comportera lorsqu'il y aura de la mer, et qu'elle sera battue par de grosses lames. Quoique, par suite du frottement des molécules d'eau les unes sur les autres, l'action de la mer se fasse un peu moins sentir sur la bouée E que sur la bouée F, je suppose que cette action soit égale. La chaîne A M étant toujours raide, il n'y aura pas de choc, et elle prendra une certaine position *(fig. 6)* inclinée A, où la bouée sera en équilibre, si l'effort horizontal, courant ou mer, est régulier. S'il ne l'est pas, comme un coup de mer, par exemple, la bouée inclinera ainsi que la chaîne en faisant ressort, car aussitôt la lame passée, elle reprendra sa position.

Lorsque l'effet de la lame se produira sur la bouée F, elle la soulèvera facilement et l'inclinera aussi; quant au poids, ce sera la seule pièce du système qui, grâce à son inertie, supportera un choc; il suivra la bouée dans son mouvement d'ascension, mais en neutralisant une grande partie de la force brusque de la lame. Ce système est très mobile, comme on le voit; l'impulsion de la mer aura pour effet d'allonger le couple M A, B F et de soulager le contre-poids C D. Je crois que la bouée F ne sera jamais immergée. La tige A B séparant les deux bouées, il n'y a pas à craindre qu'elles s'engagent; du reste, le courant agissant sur l'ensemble du système, la bouée F sera toujours en aval de la bouée E. La bouée immergée devra avoir une grande flottabilité, afin de maintenir sa chaîne la plus verticale possible. Je n'entre pas dans les détails du mouillage d'une bouée semblable, détails qui sont connus de tous les marins, je crois cependant devoir faire une observation. On descendra sur le fond les ancres G et H, ainsi que la chaîne qui les unit, et ce n'est qu'alors qu'on raidira la chaîne de la bouée immergée, que l'on aura préalablement *passée* dans l'anneau M et dont le bout sera à bord du bateau chargé de l'opération. Lorsque cette bouée sera à la profondeur voulue *(fig. 7)*, on coulera sur la chaîne un linguet L, qui la maintiendra dans sa position, puis on laissera aller cette chaîne au fond (1).

III

Dans ce qui précède, je n'ai tenu aucun compte de la première cause d'avarie, parce que l'on peut appliquer ce système à toute espèce de bouée, et, parmi les bouées employées sur nos côtes, il y en a de fort bonnes, celles qui existent dans les parages de Belle-Ile, par exemple. Un des résultats dont je n'ai pas parlé, de l'effort de la lame, est de coucher la bouée; ce qui fait que plus elle sera haute

(1) Moyen ingénieux appliqué, je crois, pour la première fois, dans des cas semblables, par le colonel autrichien Ebner.

par calme, plus elle s'inclinera par mauvais temps. En effet, la hauteur de la partie émergée a forcément pour conséquence d'élever le centre de gravité. Nous avons vu d'ailleurs l'inconvénient des bouées plates, portant des appendices en tôle, qui sont très souvent rasés ou démolis par la mer, ce qui ne permet plus de les apercevoir que de fort près. Il sera peut-être possible cependant de construire une bouée cédant davantage aux efforts de la mer, n'ayant pas les mouvements brusques d'oscillation dont j'ai parlé en commençant, et qui soit toujours également visible. Une bouée est soumise à tant de secousses qu'elle a besoin d'être bien solide, aussi est-ce avec la plus grande réserve que je vais exposer ce qui suit, n'étant pas certain si la bouée que je propose présente des conditions de solidité suffisante : j'avoue même avoir quelques doutes à cet égard.

Cette bouée aurait la forme d'un cylindre terminé par deux cônes, portant à leur sommet deux forts tourillons. Le cylindre serait assez long pour que son axe se tienne toujours perpendiculaire à l'action des courants ou de la mer. Du milieu de ce cylindre *(fig. 8 et 9)* partiront cinq cônes tronqués très allongés et terminés par des calottes sphériques. Ces cônes, fortement rivés sur le cylindre, feront corps avec lui. Leur extrémité sera reliée par des tringles en fer, et ils seront aussi maintenus par le travers, par des tringles arrivant aux extrémités du cylindre. Le cylindre et les cônes seraient en tôle d'acier. Une fourche en fer A B C, sur laquelle s'attachera le câble en fil de fer, maintiendra les tourillons de cette bouée. Telle que je viens de la décrire, cette bouée, tournant facilement sur ses tourillons, indiquera le sens du courant, au moins par beau temps, et sa mobilité même la fera distinguer de fort loin. Mais elle aurait peu de stabilité, surtout lorsque trois branches seraient immergées. Pour augmenter sa stabilité, on pourrait placer une cloison intérieure dans chacune des branches, à une certaine distance du cylindre. On formerait ainsi des boîtes étanches *ab*, *cd*, *ef*, etc., que l'on étamerait à l'intérieur, et dans lesquelles on introduirait une quantité donnée d'un liquide bien fluide. Je crois que l'eau de goudron conviendrait. Ce liquide se trouvant toujours dans le bas des boîtes abaissera le centre de gravité.

IV

Ce système complet de bouée coûtera probablement assez cher, aussi conviendra-t-il d'en placer fort peu, et là seulement où la violence de la mer et les fonds de rocher ne donnent pas toute sécurité aux bouées actuelles. On lui reprochera certainement de n'être pas simple, je le reconnais; mais un instrument quelconque, qui doit

satisfaire à de nombreuses conditions est-il jamais simple ? Il faudrait d'abord s'entendre sur ce mot *simple*, que je vois souvent employé dans ce cas. Une machine à vapeur peut être fort simple, et cependant en réalité elle est toujours très compliquée. En tous cas, j'ai pensé, Messieurs, que la question valait la peine de vous être soumise. Il y a certainement quelque chose à faire pour assurer la fixité des bouées du large. Le plus beau rôle de notre Association sera, je crois, de résoudre certains problèmes qui, dans chaque partie, lui seront présentés. Ce sera aussi, j'en suis convaincu, sa plus grande chance de vitalité. C'est comme marin, Messieurs, et désirant le progrès du balisage des côtes dont je suis appelé chaque jour à me servir, que je me suis permis d'attirer votre attention sur cette question, et si je l'ai choisie de préférence, c'est que je savais que la composition de cette section la rendait très compétente pour juger une communication de ce genre. Ce que j'ai eu l'honneur de développer devant vous a été déduit de nombreux faits observés à la mer, sur les bouées ; c'est à vous, Messieurs, qu'il appartient de voir s'il est suffisamment pratique [1].

M. E. LEMOINE,

Ingénieur civil, ancien élève de l'École polytechnique.

Note sur la répartition et le mode de régulation des pressions dans un réseau de conduites à gaz.

(Séance du 9 Septembre 1871.)

Le premier problème qui s'est posé au début de l'industrie gazière est celui de la régulation de la pression. Clegg en donna, dès l'abord, une solution, incomplète il est vrai, mais qui rendit possible le nouveau système d'éclairage ; jusqu'à ces derniers temps, la question n'avait pas fait de progrès véritables, quoique le développement incessant du nombre et de l'importance des usines en augmentât de plus en plus l'intérêt.

Clegg avait mal posé le problème en cherchant à régler la pression à la sortie de l'usine ; ses successeurs ne virent pas la faute et prirent la même voie en perfectionnant ou simplement en variant ce que Clegg avait fait ; aussi leurs efforts furent-ils stériles, quelque ingénieuses que fussent certaines des dispositions imaginées.

(1) Cette communication ayant pour but de faire comprendre l'esprit du système proposé, on a cru inutile d'entrer dans des détails de dimension et de construction.

M. Henri Giroud, constructeur de régulateurs à Paris, prend la question à un autre point de vue; il pose de nouveaux principes et en déduit des appareils qui semblent ne rien laisser à désirer. Ce sont l'exposition de ces principes et la description sommaire de ces appareils qui font l'objet de cette communication.

Il y a trois cas essentiellement différents à examiner :

Premier cas. — Régler l'émission de gaz à l'usine, c'est-à-dire *obéir instant* par *instant* à la demande continuellement variable de la consommation; ce qui oblige à fournir des volumes continuellement variables, tout en laissant la pression invariable dans le *réseau*.

Deuxième cas. — Régler la distribution d'un réseau partiel; l'éclairage d'un atelier, par exemple.

Le problème consiste à maintenir la pression invariable, quel que soit le nombre de becs qu'on allume ou qu'on éteigne dans ce réseau et quelles que soient les variations de pression qui se produisent dans le réseau général.

Troisième cas. — Régler un bec isolé.

Il faut fixer le volume qui se brûle à l'heure, quelles que soient les variations de pression dans le branchement où le bec est fixé et quel que soit le brûleur que l'on place sur l'appareil.

PREMIER CAS.

RÉGULATEUR D'ÉMISSION

Avant de donner la théorie et la description de cet appareil, nous allons énoncer le principe qui en a permis la réalisation, et, en partant du régulateur de Clegg, nous arriverons à constituer rationnellement celui qui résout complètement le problème.

Énoncé du principe du double mode de fonctionnement des conduits.

Un réseau de conduites à gaz doit, pour satisfaire aux conditions qu'on attend de lui, fonctionner comme *réservoir*, c'est-à-dire que les dimensions des tuyaux qui le forment doivent être suffisantes pour que si l'alimentation de l'usine vient remplacer instant par instant, volume par volume, le gaz qui se dépense, la pression reste sensiblement la même aussi dans tous les points du réseau.

Lorsqu'une conduite n'est pas dans cet état, elle fonctionne comme *canal d'écoulement* et la pression décroît aux brûleurs à mesure que l'on s'éloigne de l'origine de la conduite (1).

(1) Voir le *Traité de la pression*, de M. H. Giroud, chez Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55, Paris.

Les dimensions que la pratique a reconnues suffisantes pour le fonctionnement comme réservoir sont :

Pour alimenter	5	becs, un diamètre intérieur de		20^{mm}
—	10	—	—	25
—	20	—	—	30
—	30	—	—	37
—	60	—	—	43
—	100	—	—	50

au delà il faut compter 16 millimètres carrés de section par bec, en diminuant même cette proportion à mesure que le nombre des becs devient de plus en plus grand.

On entend par *bec,* une dépense à l'heure de 140 litres de gaz.

Il est évident que si l'usine est éloignée du réseau qu'elle alimente, qu'elle en soit à 500 mètres par exemple, le gaz sort du gazomètre par un tuyau qui le conduit dans le périmètre à desservir; ce tuyau s'appelle la *colonne d'émission* ; son rôle est de transporter assez de gaz pour fournir au réseau. Par suite, la colonne d'émission n'a pas besoin de fonctionner comme *réservoir,* et c'est à régler automatiquement son débit, instant par instant, d'après la consommation actuelle du réseau qu'est destiné le *régulateur d'émission.*

On place, à l'usine, cet appareil après le gazomètre, à l'origine de la colonne d'émission.

Régulateur de Clegg (pl. III, fig. 1).

Le gaz sortant du gazomètre arrive par un tuyau A sous une cloche B renversée sur une cuve à eau C, il sort par le tuyau S et se répand dans le réseau.

Au centre de cette cloche, en I, est liée une tige portant à son extrémité inférieure un cône D qui, suivant la position de la cloche, peut venir boucher, en tout ou en partie, une ouverture circulaire placée dans le tuyau d'arrivée A.

Le gaz passe donc autour du cône et soulève la cloche, qui prend une certaine position d'équilibre; il sort par le tuyau S. Soit p la pression du gaz sous la cloche B, pression rapportée à l'unité de surface, et agissant sur la cloche de bas en haut; soit π la pression atmosphérique agissant de haut en bas sur la cloche ;

Soit G le poids de la cloche, de la tige et du cône ;

Soit Σ la section de la cloche.

Puisqu'il y a équilibre, on a évidemment :

$$p\Sigma = \pi\Sigma + G, \text{ d'où } p = \frac{\pi\Sigma + G}{\Sigma};$$

p est donc constant.

Si l'on veut augmenter p, c'est-à-dire la pression de sortie, il suffit d'ajouter des poids sur B; pour diminuer p, on allégera la cloche avec des contre-poids.

On peut voir autrement que le gaz, à la sortie du régulateur en S, a une pression constante, car, si elle tend à diminuer, par exemple, la cloche B s'abaisse, plus de gaz passe autour du cône et la pression se rétablit; la cloche se soulève et ferme, au contraire, l'entrée du gaz quand la pression tend à augmenter.

Cette théorie semble donner un instrument exact; mais, outre que le problème n'est pas de rendre la pression constante sous la cloche, mais bien dans le réseau, il reste encore diverses causes perturbatrices.

1° Nous avons négligé l'effet sur le cône du gaz contenu dans le tuyau A, et la pression étant très différente au-dessus et au-dessous du cône, cet effet est loin d'être négligeable.

2° Le poids de l'appareil varie sensiblement à cause des différences de poussée pour ses diverses positions d'immersion.

3° L'appareil *pratique* contient des galets, ou des tiges directrices dont le frottement est assez considérable.

4° La pression est (à ces restrictions près) rendue invariable en S à la sortie du régulateur, mais elle ne l'est pas pour cela dans tout le réseau, où elle diminue plus ou moins, suivant la vitesse d'écoulement, depuis S jusqu'aux extrémités; de plus, elle varie en ses divers points suivant la distribution actuelle de l'allumage, à moins, toutefois, que la canalisation ne fonctionne tout entière comme réservoir à partir de l'orifice supérieur de S, ce qui conduirait à donner à la colonne d'émission et, par suite, au régulateur des dimensions exagérées.

Voici comment, dans le *régulateur d'émission (fig. 2)*, toutes ces causes d'erreur sont éliminées :

Le passage du gaz est commandé par une soupape conique D qui ferme plus ou moins le seul orifice laissant communiquer la chambre d'arrivée A du gaz avec la chambre de sortie.

Le mouvement de cette soupape est lié à celui d'une tige t, qui porte à son extrémité supérieure une cloche B, renversée dans une cuve à eau C.

Un tuyau, nommé *tuyau de retour*, ramène directement en M le gaz du réseau, qu'il va prendre en un point où le réseau fonctionne comme réservoir; de M le gaz passe sous la cloche B, en suivant la marche indiquée par les flèches; ce sont donc les variations de pression dans le réseau qui mettent cette cloche et, par suite, le cône valve D en mouvement.

Le gaz qui arrive en A exerce une pression de *haut en bas* sur le cône, mais il pénètre, comme le montrent les flèches, dans le cylindre N, lié à la tige mobile et exerce de *bas en haut* une pression égale sur le fond supérieur de ce cylindre ; fond qu'on a pris d'une surface sensiblement égale à la surface du cône, de sorte que le gaz d'entrée n'exerce aucune action sur le cône régulateur. Le gaz passe autour du cône dans la chambre S de sortie et pousse la soupape D de bas en haut ; cette action serait perturbatrice puisque ce n'est pas l'action du gaz du réseau, mais elle est compensée comme il suit : le gaz passe par le tube K et en suivant les flèches vient exercer son action de haut en bas sur une surface d'eau C, prise égale à la base du cône. Cette surface est comprise dans la couronne annulaire V, liée aux parties fixes, et l'eau est contenue dans le cylindre R, lié à la tige mobile *t*, de sorte que la pression exercée sur l'eau se transmet au système mobile et compense l'action perturbatrice exercée en S sur la base du cône.

Pour annuler les changements de poussée dus à l'immersion des diverses parties plongeantes, on attache à la cloche B deux siphons faisant communiquer l'eau de la cuve C avec les vases O, liés au système mobile ; la surface intérieure de *chacun* de ces vases est la moitié de la section totale des parties *pleines qui plongent*. (Remarquons que dans le vase R l'effet de l'immersion est de retrancher du poids du système mobile le poids de l'eau déplacée.)

Donc, une fois les siphons amorcés, le même niveau s'établissant toujours dans les vases Q et dans la cuve C, si l'appareil s'est enfoncé par exemple d'une hauteur *h*, la poussée a augmenté du poids de volume déplacé ; le poids du système mobile a diminué de la même quantité, mais les vases se remplissant d'une hauteur d'eau *h* venant du vase C par les siphons, le poids du système mobile a augmenté précisément du poids dont la poussée l'avait allégé.

En résumé, le gaz du RÉSEAU met la cloche en mouvement ; quand la pression augmente ou diminue, la cloche, c'est-à-dire le système mobile, se lève ou se baisse, ce qui ferme ou ouvre la soupape d'admission D.

Les actions perturbatrices du gaz d'entrée et du gaz de sortie sur la soupape conique sont annulées par des pressions égales et contraires. Le changement de poids de l'appareil, suivant sa position dans l'eau des bassins, est compensé par le jeu des siphons. Enfin l'appareil, d'une sensibilité extrême, fonctionne librement dans l'eau, sans frottement sensible, sans galet, poulie, etc.

Une fois l'appareil mis en marche, s'il y a des points où l'éclairage se fait mal, en est sûr qu'en ces points la canalisation est véritable-

ment insuffisante et qu'une réparation est urgente, si toutefois l'on a vérifié qu'il n'y a pas d'obstruction accidentelle dans les conduites.

Quand on veut changer la pression de marche, il suffit de mettre des poids sur la cloche ou d'en retrancher pour augmenter ou diminuer cette pression.

La partie de la cloche B, qui plonge dans l'eau, est munie d'une boîte à air qui soutient le système mobile et annule son poids. Pour établir dans le réseau une pression quelconque, on commence donc par mettre des poids sur la cloche.

DEUXIÈME CAS.

RÉGULATEUR DE CONSOMMATION *(fig. 3)*.

Ce régulateur s'applique au réseau partiel d'un abonné, il se déduit immédiatement du précédent; en effet, dans le cas que nous allons examiner, la pression de sortie du régulateur se confond avec la pression du réseau lui-même; il n'y a donc plus besoin de tuyau de retour, et c'est la pression de sortie qui doit être la pression motrice : on supprime alors l'arrivée du gaz par M *(fig. 2)*, ainsi que le tube qui le conduit sous B; on supprime également l'appareil formé par les cylindres R ,V et le tube K.

Le gaz de sortie pénètre dans B *(fig. 3)* par le cône D et la tige E rendus creux; à cet effet, la tige *t* est percée d'un trou O, débouchant sous la cloche B, au-dessus du niveau de l'eau. Enfin, l'on place la cloche B de façon qu'elle devienne concentrique au cylindre N, compensateur de la pression d'entrée, et qu'elle se lutte hydrauliquement dans le même bassin que lui.

Le gaz arrive en A, la pression exercée sur le cône se compense sur le fond supérieur de N; le gaz passe ensuite autour du cône et se rend dans le réseau en S. Si la pression diminue en S, cette diminution se transmet en B en passant par l'intérieur creux de D, de *t* et par O, la cloche B s'abaisse, ce qui ouvre un plus grand passage au gaz; la cloche se soulève, au contraire, si la pression augmente.

Quant à la valeur de la pression dans le réseau, on est libre de la faire varier en chargeant plus ou moins le système mobile. Remarquons que dans le régulateur de consommation, le gaz entre *forcément* au-dessus du cône, tandis que dans celui d'émission on peut changer à volonté l'entrée en la sortie et réciproquement, puisque l'effet des pressions d'entrée et de sortie sur le cône est compensé.

Il y a une boîte à air placée en B pour annuler le poids du système mobile.

Remarquons encore que le cylindre B est entouré d'un autre

cylindre I qui communique avec l'atmosphère par un petit orifice O'. Cette disposition forme un frein à air; car le système mobile ne pouvant monter ou descendre qu'autant que l'air arrive entre les cylindres B et I ou en sort. Elle empêche les mouvements trop brusques de l'appareil.

MODES D'EMPLOI DES RÉGULATEURS DANS UNE USINE A GAZ.

Premier mode. — L'usine est dans le périmètre éclairé. Un régulateur de consommation suffit alors, puisque le gaz de sortie se trouve être le gaz du réseau.

Deuxième mode. — L'usine est à 500 ou 600 mètres, ou moins loin. On place après le gazomètre, sur la colonne d'émission, un régulateur d'émission; la colonne d'émission va déboucher en ville dans un récipient de distribution sur lequel on branche les conduits qui alimentent la ville; c'est sur ce récipient qu'on branche le tuyau de retour.

Troisième mode. — L'usine est très éloignée du réseau.

1° Appareil non automoteur.

On peut employer un régulateur *quelconque*, même un simple robinet à la rigueur.

On place en ville, en un point du réseau, un manomètre, disposé de telle façon qu'un courant électrique passant dans une sonnerie et dans un galvanomètre à l'usine, soit ouvert lorsque le manomètre est dans la position qui correspond à la valeur de la pression que l'on veut maintenir dans le réseau, et soit fermé si la pression dépasse ou n'atteint pas cette valeur; de plus, la disposition de l'appareil est telle que si la pression augmente, le courant passe dans un sens, que si elle diminue, le courant passe dans l'autre; il suit de là que, dès que la pression varie dans le réseau, la sonnerie en avertit à l'usine et le sens du courant marqué par le galvanomètre indique dans quel sens il faut modifier la sortie du gaz; dès que la correction est convenable, la sonnerie cesse de se faire entendre; l'aiguille du galvanomètre revient au zéro.

2° Appareil automoteur.

Il faut employer le régulateur d'émission, dans lequel la cloche B communique à l'air. Le courant dont nous venons de parler passe dans un rouage mu par un poids. Ce rouage commande à l'usine la tige mobile du régulateur d'émission. Si la pression augmente dans le réseau, le courant passe au rouage dans un sens, et la tige est

soulevée, c'est-à-dire que la soupape conique se ferme; si la pression diminue, le courant passe au rouage en sens contraire, la tige s'abaisse, c'est-à-dire que la soupape conique s'ouvre; enfin, tant que la pression reste ce qu'on l'a fixée, le courant ne passe pas. On voit que la correction est automatique. Pour la description complète de ces derniers appareils, très simplement, mais très ingénieusement conçus, nous renvoyons au *Traité de la pression* déjà cité.

TROISIÈME CAS.

RHÉOMÈTRE.

Il est dans la pratique des cas nombreux où l'on a intérêt à fixer non plus la pression en un point, mais le volume dépensé en ce point, quel que soit le brûleur : par exemple, pour les lanternes publiques, dans les villes à terrain accidenté, puisque la variation de pression de $0^{mm}83$ du gaz par mètre d'élévation à cause de sa densité moindre que celle de l'air, rendrait la dépense très variable d'un bec à l'autre; par exemple, dans toutes les villes où il y a, entre la municipalité et l'usine, une discussion pour la quantité de gaz fournie; par exemple, pour les ateliers où l'on empêcherait les ouvriers d'augmenter indéfiniment la dépense en touchant aux brûleurs, etc.

L'appareil qui remplit ce but est de dimensions fort restreintes, 30 millimètres de haut sur 35 millimètres de large; il se compose *(fig. 4)* d'un cylindre E, sur lequel est vissé un couvercle; à l'intérieur de ce cylindre, une cloche B, très légère et percée d'un trou K, reçoit le gaz par le tube A occupant l'axe du cylindre. Le couvercle a en son centre un trou O circulaire, que vient boucher en tout ou en partie le cône D, porté par la cloche B. Le cylindre E est à moitié rempli de glycérine (liquide qui ne s'évapore ni ne se congèle aux températures atmosphériques); au-dessus de O est un pas de vis sur lequel on place le bec. Quand le gaz arrive en A, la cloche se soulève et se met dans une certaine position d'équilibre. Le cône D, obturant en partie le trou O, soit S la section de la cloche π son poids,

Soit p la pression dans la canalisation,

Soit p' la pression au-dessus de la cloche,

on a évidemment, dans la position d'équilibre,

$$p\,S = \pi + p'\,S, \text{ d'où } p - p' = \frac{\pi}{S};$$

quelle que soit p, la différence $p - p'$ est donc constante.

Mais le trou K débite le gaz précisément sous la pression $p - p'$,

donc en K passe toujours le même volume; pour que le gaz puisse se dépenser, la cloche prendra une position telle qu'il passe autour du cône par le trou O précisément le volume de gaz qui passe en K. Si l'on a plusieurs becs différents et qu'on les place en K, ils feront tous la même dépense, mais les orifices du brûleur étant différents, ils feront tous cette dépense sous une pression différente. L'appareil n'est donc pas un régulateur de pression, c'est un *rhéomètre* ou régulateur de volume.

Dans certains cas, on a besoin de rendre variable à volonté le volume de gaz qui passe en K; on y parvient ainsi *(fig. 5)* : un tube recourbé, T, vient prendre le gaz sous la cloche et le ramène au-dessus par l'orifice I. Un robinet R permet d'agrandir, de diminuer ou de supprimer la communication. Or, le trou K de la figure 4 ne fait que mettre en communication l'espace sous la cloche avec l'espace au-dessus; le tube T de la figure 5 ne fait pas autre chose. Donc, quand on laisse passer le gaz en I, en tournant plus ou moins le robinet R, c'est comme si l'on agrandissait le trou K, ce qui rend la dépense fixe variable à volonté. Quand, dans le rhéomètre, nous parlons de l'invariabilité du volume débité, il va sans dire qu'on suppose que ni la nature chimique du gaz, ni la température, ni la pression atmosphérique ne changent.

On rapporte le jaugeage des rhéomètres au gaz réglementaire de Paris, à la température de 15° et à la pression 0^m76 de mercure.

Pour comprendre l'importance qu'il y a à régler la pression au point de vue de l'économie, il faut connaître les deux principes suivants :

1° *Un volume de gaz, pour donner la plus grande quantité de lumière pratiquement utilisable, doit brûler à basse pression 2, 3, 4, 5, 6 millimètres d'eau au plus.* (Voir le Mémoire de MM. P. Audouin et P. Berard, *Annales de physique et de chimie,* t. LXV, 3e série.)

Il suit de là que les becs ou brûleurs à large orifice sont les plus avantageux au point de vue du rendement lumineux, car si l'on veut, par exemple, dépenser *150 litres en une heure* il faudrait, si l'orifice était trop petit, avoir dans la canalisation assez de pression pour que 150 litres passassent par cet orifice étroit, et nous savons que le gaz brûle mal à haute pression. *Pratiquement,* en ne considérant que les brûleurs employés, la quantité de lumière étant *4* lorsque le gaz brûle bien, ne sera que *1* pour le même volume dépensé lorsque la pression est trop considérable.

2° *S'il survient un changement de pression dans la canalisation, les brûleurs à large fente y seront bien plus sensibles que les autres,* c'est-à-dire que la variation de dépense, correspondant à une même variation

de pression, sera bien plus considérable dans le premier cas que dans le second. Ce second principe explique pourquoi l'on n'a pas toujours employé les becs à large orifice : on voulait ainsi éviter le surcroît de dépense qu'amenait avec eux la variation de la pression.

Un régulateur conserve les avantages des becs à large fente et supprime leurs inconvénients.

Nous concluons donc pour les applications pratiques :

1° Les usines doivent maintenir une *basse* pression dans le réseau, elles évitent ainsi les fuites ; mais pour assurer le plein éclairage qui augmente la recette des compteurs, elles peuvent augmenter cette pression de 1/10 de sa valeur après l'heure de l'allumage général ;

2° Les particuliers doivent, dans leur réseau ou à leurs becs, abaisser la pression avec un régulateur ou avec un rhéomètre et se servir de brûleurs à large orifice pour utiliser le mieux possible le volume de gaz consommé.

M. BERGERON,

Ingénieur civil à Lausanne.

Note sur des améliorations économiques à apporter dans la construction et la marche des machines locomotives, et sur les moyens d'empêcher les incrustations dans les chaudières.

Emploi du système de l'*aéro-vapeur*, inventé par George Warsop, ingénieur anglais.

(Extrait d'un Mémoire lu le 17 août dernier à la section mécanique de l'Association britannique pour l'avancement des sciences. — Congrès de Brighton.)

(Séance du 9 Septembre 1872.)

L'invention consiste à projeter sur toute la longueur et au fond de la chaudière de l'air très chaud, qui maintient l'eau dans un état continuel d'agitation. La production de la vapeur se fait plus rapidement, une économie notable de combustible en est la conséquence ; les incrustations dans la chaudière sont prévenues ainsi que l'entraînement de l'eau non vaporisée dans les cylindres.

L'air est refoulé à une pression supérieure à celle de la chaudière, au moyen d'une pompe mise en mouvement par la machine elle-même, comme pour les pompes d'alimentation ; il passe dans une série de tuyaux s'enroulant en forme de spirale dans la boîte à fumée. Ces tuyaux, exposés au courant des gaz brûlants produits de la combustion, qui se perdent dans la cheminée, sont chauffés à une température moyenne de 650 degrés Fahrenheit (345 degrés centigrades), chaleur entièrement perdue aujourd'hui.

L'air, chauffé à cette température, pénètre dans la chaudière par un tube qui s'étend sur toute sa longueur et au fond. Il en sort par une série de petits trous percés à droite et à gauche, sous un angle de 45°, par rapport au plan vertical et dont la surface totale dépasse au moins d'un quart la section du tube d'introduction. En s'écoulant par ces trous, il réduit la cohésion du liquide, favorise son ébullition et augmente la tension de la vapeur à un degré plus élevé que si elle devait opérer toute seule.

Injecté ainsi par petits filets, qui n'ont pas plus de 1 millimètre 1/2 de section, il produit l'évaporation de l'eau comme si c'était une addition à la surface de chauffe de la chaudière, et cette augmentation est d'autant plus effective, que l'air suréchauffé est en contact immédiat avec l'eau, tandis que la chaleur n'y pénètre aujourd'hui qu'à travers des plaques métalliques plus ou moins bonnes conductrices de la chaleur.

En pénétrant dans la masse liquide, il y produit une ébullition et agit, pour ainsi dire, comme un ressort élastique qui divise les molécules en les aidant à prendre la forme gazeuse. On a pu constater qu'un mélange d'air et de vapeur produit plus d'effet qu'un volume égal de vapeur seule sous une même pression.

On reconnaît aussi que la présence de l'air empêche, dans une certaine mesure, la condensation de la vapeur sur les parois des cylindres. Cette condensation est plus grande qu'on ne le croit généralement. Si la vapeur est mélangée d'air, cet air, qui ne peut pas se condenser, s'opposera, dans une certaine mesure, au contact de la vapeur avec des surfaces métalliques froides, et empêchera ainsi la perte qui résulte de sa condensation.

Des expériences très intéressantes ont été faites l'année dernière et au commencement de celle-ci, sur une des lignes les plus riches de l'Angleterre, celle du *Yorkshire* et du *Lancashire,* pour démontrer l'efficacité de ce procédé.

La locomotive soumise à ces expériences porte le n° 369; elle a six roues couplées de 5 pieds (1^m50) de diamètre, ses cylindres ont 15 pouces (0^m375) de diamètre et 2 pieds (0^m60) de course, et elle marche avec une pression de 130 livres par pouce carré ($8^{atm.}70$).

Aux châssis de la machine, à l'emplacement réservé autrefois pour les pompes d'alimentation, se trouve fixée une pompe à air à simple effet, de 6 pouces (0^m15) de diamètre et 2 pieds (0^m60) de course, comme celle des pistons moteurs.

L'air comprimé dans la pompe passe par un tuyau de 1 pouce 1/2 (0^m0375) de diamètre, dans un autre tuyau roulé en spirale, du même diamètre, dont le développement est de 61 pieds (18^m30),

disposé dans la cheminée de manière à éviter tout contact avec le tuyau d'échappement et le dépôt des cendres.

Après avoir traversé la spirale, l'air dilaté, chauffé à une température presque égale à celle des gaz qui s'échappent par la cheminée et dont la température varie de 500 à 850 degrés Fahrenheit (260 à 400 degrés centigrades), soulève la soupape d'introduction, pénètre dans un tuyau qui n'a plus que 1 pouce (0^m025), lequel tuyau, percé de trous, repose sur le fond et tout le long de la chaudière. L'air pénètre par ces trous dans la masse d'eau, qu'il traverse et qu'il divise en excitant la production de la vapeur qu'il entraîne avec lui au haut de la chaudière.

Au moyen d'un appareil bien simple, on arrête la compression de l'air, quand l'emploi de la vapeur n'est pas nécessaire. Il est bon quelquefois d'interrompre la marche de la pompe quand le régulateur est fermé, autrement on refoulerait dans la chaudière une trop grande quantité d'air, et les injecteurs ne fonctionneraient plus.

Pour donner une idée des ressources que présente l'emploi de ce système, M. Eaton, auteur du Mémoire lu à l'Association britannique de Brighton, a raconté que, le 21 mars dernier, il était tombé beaucoup de neige sur la ligne parcourue habituellement par la machine à marchandises n° 369.

Le mécanicien venait de descendre avec son train un plan incliné très long, et il n'avait plus que 100 livres ($6^{atm}\cdot66$) de pression, avec son régulateur fermé. Il fit alors marcher la pompe à air seule, et, en moins d'un parcours de 400 yards (360 mètres), la tension, dans la chaudière, s'est élevée à 140 livres (plus de 9 atmosphères), et il put alors, avec son régulateur ouvert et l'air chaud qui se mêlait à la vapeur, gravir aisément le plan incliné qui venait à la suite, en remorquant un train très lourd de marchandises.

Il a été reconnu que, aussi longtemps que le régulateur reste ouvert, l'action de l'injecteur (du Giffard) n'est pas contrariée par l'air injecté.

La seule précaution à prendre est de tenir toujours rempli d'huile le godet destiné à graisser le piston de la pompe à air.

La température des gaz qui s'échappent dans la boîte à fumée, et, par conséquent, celle de l'air introduit dans la chaudière, a été mesurée avec soin, au moyen d'un pyromètre bien éprouvé et bien gradué. En employant deux manomètres distincts, on peut mesurer séparément la pression de l'air dans le tube d'injection et celle de la vapeur dans le haut de la chaudière.

L'appareil est tellement simple, que sa manœuvre peut en être confiée, après quelques minutes d'essai et d'explications, aux mécaniciens ou aux chauffeurs de médiocre intelligence.

Les frais d'installation en sont peu élevés.

L'entraînement de l'eau dans la chaudière et le crachement de la machine sont complètement évités. L'eau étant bien saturée d'air, les explosions de chaudière sont beaucoup moins à craindre.

L'application de ce système s'est faite, depuis longtemps, sur des machines fixes et celles des bateaux à vapeur, uniquement dans le but de prévenir les incrustations dans les chaudières. On reconnut, plus tard, que l'emploi de l'aéro-vapeur, appliquée sur la locomotive n° 369 du Yorkshire et Lancashire-railway, avait eu pour effet de faire tomber de temps en temps, comme des écailles, les incrustations qui s'étaient attachées précédemment aux tubes bouilleurs, en même temps qu'on constatait une économie sensible dans la consommation du combustible. On se décida alors à démonter le dôme de prise de vapeur, afin de bien se rendre compte de l'état réel de l'intérieur de la chaudière, des tubes et de la boîte à feu.

Cette opération se fit le 22 avril de cette année. La machine avait parcouru 10,987 milles anglais (17,678 kilomètres), étant munie de l'appareil à aéro-vapeur; les tubes nouvellement posés étaient complètement exempts de toute incrustation, et ceux qui en étaient couverts auparavant, avaient fini par les voir tomber comme des écailles.

Pour rendre l'expérience plus concluante, on décida de faire marcher la locomotive avec la vapeur seule, et on constata, au bout de peu de temps, la formation d'une couche de carbonate de chaux sur les tubes bouilleurs, ayant une épaisseur d'une pièce de 2 francs.

Plusieurs ingénieurs ont déclaré que l'avantage seul de prévenir les incrustations devait suffire pour faire adopter l'emploi du nouveau système, même dans l'hypothèse où on n'obtiendrait pas d'économie dans la consommation du combustible; mais, à cet égard, on a été vraiment surpris des résultats obtenus.

Après de nombreuses expériences, faites avec la machine 369, on est arrivé à ne dépenser que 27 livres 19 de charbon par mille (7 kilogrammes 65 par kilomètre) de train, sur une ligne accidentée qui comprend des rampes très fortes, et cette consommation s'est maintenue depuis cette époque d'une manière très régulière.

La même machine, marchant avant ou après l'emploi de l'appareil à aéro-vapeur, pendant plusieurs mois consécutifs, n'a jamais dépensé moins de 39 livres 28 par mille anglais, ou 11 kilogrammes par kilomètre.

On a donc obtenu ainsi une économie de près d'un tiers dans la consommation du combustible sur cette locomotive. Il est évident que le même résultat peut être obtenu avec toutes les autres machines placées dans les mêmes conditions.

Pour tenir compte du soin que l'on a eu de bien suivre et bien diriger les expériences faites avec la machine 369, M. Eaton estime qu'on peut hardiment fixer à 1/6, au moins, l'économie qu'une grande Compagnie obtiendrait en appliquant le système de l'aéro-vapeur à toutes ses locomotives.

Il a fait remarquer, notamment, que la Compagnie du London-North-Western, qui brûle journellement 1,800 tonnes de charbon, gagnerait, par ce moyen, la valeur de 300 tonnes par jour. Au prix où tend à s'élever la houille, ce serait un bien beau bénéfice.

Quand j'ai pris congé de M. Eaton, à Brighton, il m'a annoncé qu'il était en arrangement avec plusieurs administrateurs des chemins anglais pour l'application du système.

Je crois qu'en France, dans les pays où le charbon coûte cher et surtout ceux où les eaux sont inconstantes, il y aurait un grand profit à en faire usage.

M. de SAINT-VIDAL.

Des positions centrales et de l'investissement des places fortes.

(Extrait.)

(Séance du 11 Septembre 1872.)

Nous nous proposons de réchercher quels sont les calculs stratégiques qui ont présidé, dans l'esprit du comte de Moltke, à l'investissement de Paris, considéré comme impossible, en France, par les meilleurs esprits.

Cette leçon nous montre que si la science est une et immuable, il y a, néanmoins, deux manières de l'interpréter :

L'une, étroite, qui s'en tient aux errements stricts de l'école, et qui se croit par là toute-puissante ;

L'autre, large, ennemie de la routine et des préjugés, qui fortifie notre jugement et nous fait prévoir, par ce que nous savons déjà, la suite des événements les plus compliqués.

Le but véritable de la science est de développer en nous cet esprit de prévoyance et de déduction auquel l'homme doit, plus qu'à toute autre faculté, le rang qu'il occupe dans le monde.

I

AVANTAGES DES POSITIONS CENTRALES ET DES LIGNES INTÉRIEURES.

Les succès de Bonaparte autour de Mantoue (1796-1797) et ceux des Allemands autour de Paris (1870-1871), font ressortir l'*avantage*

inhérent aux positions centrales conformes aux principes, quand les armées qui les occupent sont commandées par un général habile et énergique.

..... « C'était une faute (Napoléon parle des Autrichiens), que de faire agir séparément des corps qui n'avaient entre eux aucune communication vis-à-vis d'une armée centralisée et dont les communications étaient faciles.

« Le principe général, dit Jomini, veut que, même à égalité de forces, on tienne le front moins étendu que celui de l'ennemi..... Si elles (vos positions) sont intérieures et centrales, l'ennemi ne peut se réunir qu'en passant sur le corps de vos divisions ou en faisant le tour d'une longue périphérie de cercle; il est donc presque hors d'état d'appliquer le principe, tandis que vous le pouvez sans crainte.

« *Mais si vous étiez très faible contre un ennemi très fort en nombre, la position centrale, pouvant être entourée de tous côtés par des forces qui seraient supérieures sur tous les points, ne paraîtrait pas tenable, à moins que les corps ennemis ne fussent fort éloignés l'un de l'autre.* »

L'investi est dans la situation indiquée par ces dernières lignes, ce qui rend sa position centrale défectueuse si les armées d'investissement sont environ triple des siennes.....

..... Si l'application d'un principe peut se modifier avec le temps et les circonstances, le principe lui-même ne varie pas.....

..... L'accroissement en nombre et en matériel des armées, l'emploi des chemins de fer, enfin tous les perfectionnements de la science font-ils disparaître le principe des positions centrales et des lignes intérieures? Non. Le général en chef qui les occupe doit toujours tenir un compte exact, très exact, du temps et des distances. Il doit calculer, avec le plus grand soin, le temps qu'il emploiera pour rejoindre un corps ennemi donné, le temps nécessaire à le battre et l'annihiler, au moins un nombre de jours voulu pour les opérations ultérieures, avant d'être rejoint par le corps ennemi le plus proche. Il évitera ainsi d'être entouré dans une même action par des forces supérieures.....

..... Pour qu'une position centrale soit bonne, il est indispensable :

1° *Que les différents corps d'armée qui l'occupent puissent se concentrer en nombre supérieur contre une fraction de forces ennemies;*

2° *Que cette fraction des forces ennemies puisse être battue et annihilée pour un temps nécessaire aux opérations ultérieures, avant que les autres corps ennemis les plus voisins n'arrivent prendre part à la même action.*

. . . . . .

Pour faire mieux comprendre en quoi consistent les avantages des positions centrales, nous allons donner un exemple à l'appui :

Supposons *(fig. 3)* une armée qui occupe le point C (position centrale), forte de 40,000 hommes, opérant contre deux armées, dont

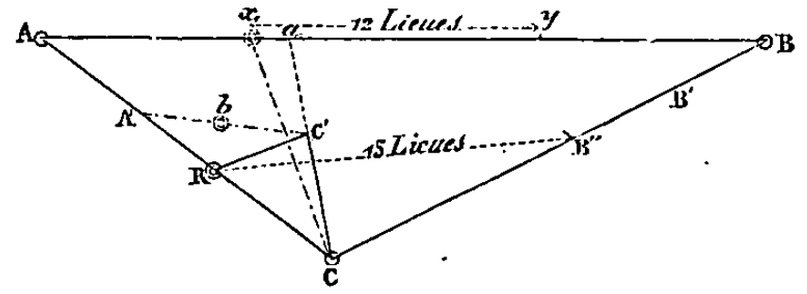


Fig. 3.

l'une, au point A (position extérieure), forte de.. 30,000 hommes.

L'autre, occupant le point B (également position extérieure), forte de..... 30,000 —

Ensemble pour les armées A et B..... 60,000 hommes.

Les deux armées A et B marchent concentriquement sur l'armée qui occupe le point central C.

Nous admettons les vitesses de ces trois armées égales, et la force matérielle proportionnelle au nombre.

Les distances sont :

Entre A et B, de 30 lieues (de 4 kilomètres).
A et C 15 (id.)
B et C 20 (id.)

L'armée C se met en marche à la rencontre de l'armée A, la plus rapprochée. Au lieu de prendre la direction C A, elle en prend une C *a*, de telle sorte que, si l'armée A, arrivée en A′, prenait une direction A′ C′ pour rejeter l'armée C en dehors de sa position centrale, celle-ci (l'armée C), étant en C′, aurait même une position centrale meilleure qu'au point de départ C, et, marchant à gauche au-devant de l'armée A, la rencontrerait au point *b*.

Dans le cas où l'armée A, ne comprenant pas sa fausse situation, continuerait au contraire sa route sur la ligne A C, l'armée C, arrivée au point C′, se rabatterait sur R, où elle rencontrerait l'armée A.

Dans le même moment, l'armée B arriverait en B″. Il ne faut pas oublier que ces différents points sont déterminés par les longueurs de marches, à vitesses égales, des trois armées A, B, C.

Au début de l'action en R, l'armée B se trouve en B″, à quinze lieues de ce point R.

Les forces des deux parties belligérantes A et C permettent de supposer que l'action peut se terminer en un jour.

En supposant que l'armée B fasse sept à huit lieues pendant l'action, quand celle-ci sera terminée, les deux armées B et C auront encore entre elles une distance de sept à huit lieues. L'armée C aura ainsi le temps de se débarrasser complètement de l'armée A, de se

reposer et de prendre de nouvelles dispositions, soit pour marcher à la rencontre de l'armée B, soit pour attendre sur le même terrain R cette armée B, abandonnée à ses propres forces, et qui subira probablement le même sort que l'armée A.

Il ressort de cet exemple que, grâce à sa position centrale, l'armée C, dont la force numérique est seulement les deux tiers des forces totales des armées A et B, a pu se trouver simultanément devant ces deux armées dans la proportion de 4/3, soit 33 p. 100 plus forte que l'adversaire.

Si maintenant nous donnons aux armées A, B, C les proportions des armées modernes, en les multipliant par 6, par exemple, nous aurons, pour les armées :

A 30,000 × 6 = 180,000 }
B 30,000 × 6 = 180,000 } 360,000 ensemble

C 40,000 × 6 = ... 240,000

Il est facile de démontrer que la position centrale C n'offre plus les mêmes avantages que dans l'exemple ci-dessus, en raison de l'insuffisance des distances entre les armées A, B, C, lesquelles distances ne sont plus en rapport avec la durée de l'action, d'autant plus longue que les armées sont plus nombreuses.

En effet, l'action, au point de rencontre R, pouvant durer cinq jours environ, la distance, entre R et B″, de quinze lieues n'est plus suffisante, puisqu'elle peut être franchie en deux jours. L'armée C se trouverait donc dans une position critique, puisqu'elle pourrait être entourée et accablée par les forces réunies des armées A et B.

Il faut donc, pour conserver à la position centrale C tous ses avantages précédents, supposer la distance RB″ triple de ce qu'elle était pour la première hypothèse, soit environ 45 lieues. En admettant que l'armée B, dès le moment de l'action, fasse 7 lieues par jour, quand cette action sera terminée, étant donné quelle ait duré cinq jours, l'armée B aura parcouru 35 lieues ; elle sera encore à 10 lieues du point de rencontre R.

D'après ce qui précède, les distances primitives triplées deviennent entre :

A et B 30 × 3 = 90 lieues de 4 kilomètres.
A et C 15 × 3 = 45 id.
B et C 20 × 3 = 60 id.

Dans ces conditions, la position centrale C reprend ses avantages.

Nota. — Si les armées A et B marchaient à la rencontre l'une de l'autre sur la ligne AB, la rencontre aurait lieu en x, à 12 lieues environ de l'armée B, arrivée en y. La position centrale C conserverait

donc encore ici les mêmes avantages que ci-dessus. Cette distance de 12 lieues se rapportant aux armées anciennes, on devrait la multiplier par 3 1/2 à 4 s'il s'agissait d'armées modernes; les autres distances augmenteraient dans le même rapport.

L'histoire vient à l'appui de notre hypothèse dans les opérations stratégiques qui ont accompagné le siége de Mantoue.

A l'époque dite de *Castiglione,* la position centrale de Bonaparte ente Wurmser et Quasdanowich, au commencement d'août, n'aurait pas eu sa même valeur avec des armées équivalentes aux armées modernes.

. . . . . .

L'époque dite de *Bassano,* qui suivit immédiatement celle de Castiglione, nous offre un exemple analogue à celui que nous venons de citer.

Bonaparte prit une position centrale entre Roveredo et Bassano, distants de 20 lieues seulement l'un de l'autre. Davidowich, qui occupait le premier point, fut attaqué le 4 septembre. Wurmser, qui occupait le second, fut attaqué à Bassano même le 8. Son avant-garde avait été culbutée le 7 à Primolano, à 16 lieues environ de Roveredo. Bonaparte avait fait 20 lieues les 6 et 7 septembre.

Avec des armées modernes, outre que les opérations eussent présenté les plus grandes difficultés dans les montagnes, le peu de distance entre les deux points eût pu permettre aux Autrichiens de se concentrer à Roveredo, grâce à la durée de l'action, et d'accabler ainsi Bonaparte avec des forces supérieures.

Il est à remarquer, dans cette seconde époque de Bassano, que Bonaparte se porta au-devant de son ennemi plus loin qu'il ne le fit à l'époque de Castiglione. Roveredo se trouve à 24 lieues environ de Mantoue, et Bassano à 32 lieues environ de la même place. Bonaparte avait sans doute jugé que sa première position centrale, par rapport à Mantoue était trop resserrée à l'époque de Castiglione. Dans les opérations de Bassano, il espérait, après avoir annihilé Davidowich à Roveredo, cerner Wurmser et le détruire complètement avant qu'il n'eût le temps d'arriver sur Mantoue.

Les opérations de Bonaparte autour de Mantoue (1796-1797) prouvent sa merveilleuse appréciation des distances et du temps proportionnés à la durée des actions contre les corps isolés de son adversaire.

Ces opérations resteront un des plus beaux sujets d'études militaires, pour quiconque saura les méditer avec discernement, en tenant un compte exact du temps et des circonstances.

L'hypothèse et les exemples ci-dessus prouvent *qu'il ne suffit pas*

qu'une position soit centrale pour être bonne, mais qu'elle doit, pour offrir des avantages réels, être conforme aux principes que nous avons énoncés (p. 17 et 18 du Mémoire et 2 et 3 ci-dessus).

II

Dans cette deuxième partie, qui comprend les chapitres V à XI inclusivement du Mémoire, l'auteur développe le problème de l'investissement des places fortes, en prenant pour type l'investissement de Paris par les armées allemandes, pendant la guerre de 1870-1871.

III

Les deux valeurs essentielles *logistiques*, qui entrent dans la formule de la guerre en dehors des complications morales ou fortuites, sont les *distances* et le *temps*.

Ces deux valeurs ont été la préoccupation constante des grands penseurs militaires.

Nous trouvons dans Jomini *(Vie politique et militaire de Napoléon*, t. I, p. 128), à propos du siége de Mantoue :

« Les Autrichiens n'ont jamais connu la valeur du temps. Ils font parfois de savants projets, mais c'est toujours par le calcul des distances et du temps qu'ils manquent. »

Napoléon a dit : « La force d'une armée, comme la quantité des mouvements dans la mécanique, s'évalue par la masse multipliée par la vitesse. Une marche rapide augmente le moral de l'armée; elle accroît ses moyens de victoire. »

Ce qui précède s'applique d'une façon générale à l'art de la guerre; mais nous trouvons également dans Napoléon une autre pensée qui touche plus directement à notre sujet :

« ..... Si l'armée (il est question du siége des places) est assez forte pour qu'après avoir laissé devant la place un corps *quadruple* de la garnison elle soit encore *aussi nombreuse* que l'armée de secours, elle peut s'éloigner de *plus d'une marche;* si elle reste *inférieure* après ce détachement, elle doit se placer à *une petite journée de marche du siége,* afin de pouvoir se replier sur les lignes, ou bien recevoir du secours en cas d'attaque. Si les deux armées de siége et d'observation ensemble ne sont *qu'égales* à l'armée de secours, l'armée assiégeante doit, *tout entière,* rester dans les lignes ou près des lignes, et s'occuper des travaux du siége pour le pousser avec toute l'activité possible. »

En méditant ce passage, on retrouve l'esprit qui a présidé aux calculs de l'investissement de Paris.

L'expression *plus d'une marche* peut s'étendre à ***20 ou 25 lieues*** quand on tient compte de la proportion numérique, et, par suite, *de la durée d'action* des armées d'autrefois et des armées modernes.

Nous reconnaîtrons également qu'au début de l'*investissement* de Paris, les forces allemandes disponibles pour le siége, étaient de plus du *quadruple* de la garnison active, qui représentait les seules forces réelles du pays.

Deux mois plus tard, l'*investissement* était suffisamment fort avec le *double* des troupes de sortie.

Les travaux d'investissement et de siége terminés, dont on augmentait journellement la résistance par d'autres ouvrages de toute nature, avec un petit nombre d'hommes, pendant le cours des événements, venaient en *compensation de la force numérique* des armées. (Voir Blume, cité au Mémoire, chap. VI et VII.)

Dans ce même temps, les armées de secours formées en province rencontraient, à 25 lieues environ de la place, les armées d'*observation* à peu près d'*égales forces*.

On peut déduire de l'ensemble de tout ce qui précède, les considérations générales suivantes :

I. Les faits viennent à l'appui de ce que nous avons énoncé (chap. II) *sur la situation stratégique* dans laquelle se trouvent les partis belligérants par suite de l'investissement.

La position centrale et les lignes intérieures des armées d'investissement et d'observation, la position centrale, mais trop resserrée, de l'assiégé, et les positions extérieures des armées de secours, sont toutes à l'avantage de l'assiégeant quand il est commandé par un chef habile et énergique.

II. On peut, à la rigueur, faire l'investissement d'une place *avec des troupes inférieures en nombre* à celles de l'ennemi.

Mais, dans ce cas, la moindre mauvaise fortune peut compromettre toute une campagne.

Il ne faudrait donc pas conclure un principe absolu des succès de Bonaparte autour de Mantoue.

III. On peut également entreprendre l'investissement d'une place *à forces égales,* avec des chances de succès équivalentes de part et d'autres.

Néanmoins, un échec sur un seul point pourrait forcer à lever l'investissement, prolonger les opérations, et amener la perte d'un matériel de siége considérable. Il en résulterait peut-être une démoralisation préjudiciable aux événements ultérieurs.

IV. *Un investissement étant fait dans les conditions et répartition numériques qui nous ont servi de type, avec des forces* trente à quarante

pour cent supérieures *à celles des armées défensives de la place et de secours, il est permis d'affirmer que les chances de succès seront du côté de l'assiégeant.*

On peut donc toujours, dans ces conditions, entreprendre favorablement l'investissement d'une place.

V. La *première ligne d'investissement* doit être à une distance de la placé proportionnée aux avantages naturels que le terrain offre à l'assiégeant.

La *seconde ligne d'investissement* doit être à 6 ou 8 kilomètres environ de la *première ligne.*

La *zone formée par ces deux lignes* doit présenter une suite de travaux qui se soutiennent mutuellement, et permettent à l'assiégeant de se concentrer rapidement et de défendre le terrain pied à pied.

L'assiégeant devra établir les batteries de siége et de bombardement dans les endroits d'accès difficile, et rapprocher sur ces points, autant que le terrain le permet, la *ligne d'investissement* de 1 à 2 kilomètres environ des ouvrages extérieurs de la place.

Dans les endroits, au contraire, où le terrain permet à l'assiégé d'effectuer rapidement de grandes sorties, l'assiégeant devra éloigner *sa première ligne d'investissement* à 6 ou 8 kilomètres environ de la chaîne des forts. Il peut ainsi prendre, en temps voulu, les dispositions nécessaires pour résister aux tentatives de l'assiégé.

VI. Le *développement de la ligne d'investissement* doit avoir, avec les forces qu'on y emploie, des proportions analogues à celles de l'investissement qui nous sert de type.

L'assiégeant doit pouvoir concentrer dans un bref délai, sur chaque point attaqué, des 5/8 aux 7/9 des armées de sortie.

A la fin du *deuxième jour* ou dès le commencement du *troisième jour* au plus tard, l'assiégeant doit pouvoir opposer à l'assiégé des forces numériques dans la proportion de 16/9 environ, s'il veut obtenir un succès décisif.

VII. La répartition des troupes d'investissement autour de la place ne doit pas être faite d'une manière uniforme ; le terrain influera sur cette répartition.

Les points où la conformation topographique commande d'éloigner davantage les *lignes d'investissement* des ouvrages extérieurs de la place, doivent être occupés par des troupes plus nombreuses.

L'assiégé devant plus probablement diriger sur ces points faibles des attaques qui peuvent être imprévues, il est bon de pouvoir de son côté y concentrer, en peu de temps, des forces assez considérables pour lui résister.

Sur les points, au contraire, de difficile accès, désavantageux à l'offensive et favorables à la défensive, la concentration de troupes moins nombreuses sera suffisante pour contenir l'ennemi.

VIII. En raison du grand développement des places modernes, il deviendra de moins en moins possible de faire des siéges en règle.

Les travaux de l'assiégeant devront être essentiellement défensifs. Il peut bien cheminer vers un des points les plus faibles de la place, *mais il doit avant tout en assurer l'investissement rigoureux* par des travaux d'art de toute nature, ainsi que nous l'avons dit à l'article V ci-dessus.

IX. Il nous a semblé préférable de représenter par la figure régulière du cercle les lignes d'investissement, et de répartir uniformément les divisions qui les occupent.

Nous obtenons ainsi une disposition générale qui convient à un échiquier type, et qui, suivant les circonstances, peut être plus facilement appliquée qu'une disposition irrégulière.

. . . . . .

X. La question des positions centrales, à laquelle se rattache directement celle de l'investissement des places fortes, est une des plus essentielles de l'art de la guerre.

C'est à l'application des principes des positions centrales et des lignes intérieures que sont dues les plus belles opérations des grands capitaines.

Nous ne prétendons pas établir dans ce Mémoire qu'on puisse, pour les investissements pas plus que pour toute une campagne, faire d'avance un plan absolu de l'ensemble des opérations.

Nous croyons, toutefois, qu'en dehors des nombreuses éventualités fortuites de la guerre, qu'elles tiennent à l'ordre physique ou à l'ordre moral, il est un certain nombre d'hypothèses qui doivent faire, en temps de paix, l'objet des études constantes des hommes chargés de conduire les armées.

A l'appui de ce qui précède, nous empruntons à Napoléon :

..... « Les principes de César ont été les mêmes que ceux d'Alexandre et d'Annibal..... »

« ..... Se donner toutes les chances possibles pour s'assurer la victoire sur le champ de bataille..... »

« ..... Tous les plans des 14 campagnes de Napoléon furent conformes aux vrais principes de la guerre; *ses guerres furent audacieuses mais méthodiques; rien n'est mieux entendu que la défense de l'Adige en 1796, où la maison d'Autriche perdit plusieurs armées.* » (Siége de Mantoue, déjà cité.)

« *Toute guerre doit être méthodique,* parce que toute guerre doit être conduite conformément aux principes et aux règles de l'art, *à la raison,* avoir un but; *elle doit être faite en raison des forces que l'on a.* Il y a deux espèces de guerre offensive : celle qui est bien conçue, conformément aux principes de la science, et celle qui est mal conçue, et qui les viole..... »

. . . . . .

..... Un général en chef doit se dire plusieurs fois par jour : si l'armée ennemie paraissait sur mon front, sur ma droite, ou sur ma gauche, que ferais-je? Et, s'il se trouve embarrassé, il est mal posté, il n'est pas en règle, il doit y remédier.....

Un chef d'armée ne peut sans doute établir d'avance que le plan afférent aux premières rencontres sérieuses avec l'ennemi; mais s'il résout bien le plus grand nombre d'hypothèses qui tiennent à cette première période, les secondes hypothèses, que comporte la suite des opérations, découleront naturellement des premières. Son esprit pénétrera ainsi plus avant dans l'ensemble des événements.

. . . . . .

Ainsi, nous lisons dans la *Guerre franco-allemande* de 1870-1871, rédigée par la section historique du grand état-major prussien, première livraison, page 70 :

« Au nombre des attributions de l'état-major en temps de paix, se trouve la mission d'étudier, dans ses plus minutieux détails, le groupement des grandes masses de troupes, ainsi que leur transport, dans l'éventualité d'une *guerre quelconque,* et de tenir prêts à l'avance les projets d'exécution nécessaires. »

Le général qui, à ses dons naturels, joindra cette étude profonde des éventualités de toutes les guerres probables, acquerra une grande facilité à prendre promptement, dans le cours d'une campagne, les dispositions nécessaires pour répondre aux événements les plus imprévus.

Bien que les calculs que nous présentons dans ce Mémoire pour l'investissement des places ne soient qu'approximatifs, il n'en est pas moins vrai que les opérations des armées d'investissement et d'observation viendront se ranger autour des grandes lignes tracées, si ces lignes sont conformes aux principes stratégiques.

. . . . . .

Que les Français lisent et méditent profondément *la Grandeur et la Décadence des Romains* par Montesquieu. Ils verront qu'il n'y a pas de peuple, quelque privilégié qu'il soit, qui ne tombe par les mêmes causes qui ont précipité les autres.

Qu'ils rapprochent les derniers événements de cette peinture

vigoureuse, où tout est un sujet d'étude. Ils comprendront alors que le *génie national* ne suffit pas plus aux peuples que les meilleures dispositions naturelles ne suffisent aux individus. Il faut encore y joindre le travail et la persévérance dans les entreprises.

Une autre vérité, dont nous devons nous pénétrer, est celle-ci :

La grandeur d'une nation n'est point un monopole : elle est du domaine de tous. Faire entrer dans les mœurs encore plus que dicter par les lois (*plusque ibi boni mores valent, quam alibi bonæ leges;* Tacite, *Germania*, XIX) l'amour libre et sincère de l'étude, sans y chercher d'autre intérêt que celui de fortifier notre raison, et, par là, d'éviter les entraînements d'où viennent les malheurs de la France.....

« *On ne saurait, dit Frédéric le Grand, assez inculquer à la jeunesse légère et fougueuse que la valeur n'est rien sans la sagesse, et qu'à la longue, un esprit de combinaison l'emporte sur une audace téméraire.* »

M. BERGERON,

Ingénieur civil à Lausanne.

Transport rapide et économique des marchandises.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

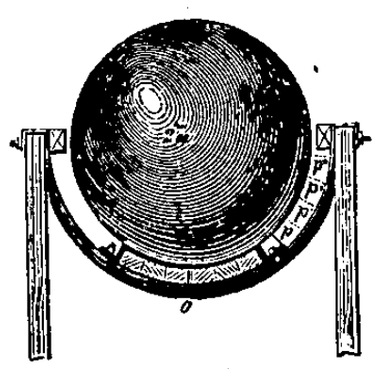
Ce nouveau mode de transport consiste à employer comme véhicules des boules ou sphères creuses en métal de 1^m20 à 2 mètres de diamètre complètement remplies de marchandises bien emballées ou de matières encombrantes chargées en vrac et bien entassées, de manière à n'être point dérangées quand les boules viendront à tourner sur elles-mêmes.

Ces boules ou sphères sont destinées à remplacer les chariots ordinaires dont les roues ne peuvent circuler que sur des chemins larges et empierrés ou sur un sol suffisamment résistant. Elles représentent des véhicules sans roues, ou, pour mieux dire, chacune d'elles est une roue pleine dans tous les sens, capable de passer dans tous les chemins, dans les champs cultivés, sur des pâturages, des terrains marécageux et suivant les sentiers les plus étroits, à l'usage seulement des piétons et des bêtes de somme.

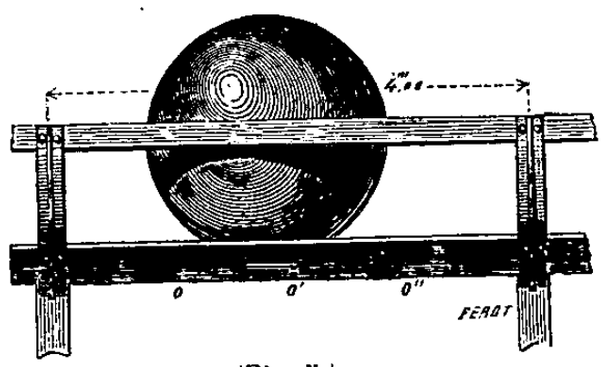
En attendant qu'on puisse en faire une application générale aux besoins de l'agriculture, M. Bergeron propose de les employer de suite à transporter les charbons des puits d'extraction aux entrepôts du chemin de fer, quand ils n'y sont pas reliés par des embranche-

ments, et à les faire descendre plus tard par une voie toute spéciale, depuis le plateau de Saint-Étienne au centre des mines de houille, jusqu'au Rhône ou à Lyon.

Leur roulement s'effectuerait avec la plus grande facilité sur une plaque concave en tôle d'acier, reposant sur des madriers en bois *(fig. 4 et 5)*.



(Fig. 4.)



(Fig. 5.)

Dans les parties courbes, les plaques d'acier et les madriers seraient relevés en p, p', p'', p''', pour maintenir la boule entraînée par la force centrifuge.

Au fond de la cuvette en tôle seraient percés des trous o, o', o'', pour faciliter l'écoulement des eaux de pluie.

Afin de ne pas gêner les communications existantes et avoir le moins possible d'indemnités à payer, afin de se mettre à l'abri de tout obstacle provenant de la malveillance ou de pierres tombant d'un sol plus élevé, le chemin des boules sera, sur tout son parcours, supporté par des chevalets ou par des câbles attachés à des piliers en maçonnerie à la façon des ponts suspendus rigides.

On voit que par ce moyen les frais de premier établissement seraient bien diminués.

Pour descendre de Saint-Étienne au Rhône, la différence de niveau étant de 350 mètres environ, le profil général serait partagé en une série de paliers horizontaux, autant que possible en ligne droite, séparés par des plans inclinés de 250 mètres de long et 50 mètres de hauteur verticale, ayant par conséquent une pente de 20 centimètres par mètre ou 1/5 de la hauteur.

En plan, le tracé serait composé d'alignements droits de 6 kilomètres environ de longueur, représentant les paliers horizontaux. Les courbes de raccordement seraient, autant que possible, comprises dans les plans inclinés.

Une boule en tôle d'acier de 2 mètres de diamètre pèserait vide environ 800 kilogrammes, et contiendrait 4 tonnes de charbon. Lancée sur un plan incliné de 50 mètres de hauteur verticale et 250 mètres de longueur, elle y prendrait, en descendant par la gravité, une vitesse assez grande pour franchir sans s'arrêter le palier

horizontal de 6 kilomètres qui vient à la suite. Arrivée à l'extrémité de ce palier, elle rencontrerait un nouveau plan incliné qui lui donnerait une impulsion égale à la première, et ainsi de suite jusqu'au lieu de destination où, par un heurtoir ou une voie à contre-pente, il sera facile de l'arrêter tout à fait.

Les charbons de Saint-Étienne descendraient donc tout seuls et sans frais, depuis les mines jusqu'au Rhône où ils seraient chargés dans des bateaux.

Mais le problème ne consiste pas seulement à assurer la descente des boules pleines dans les conditions de la plus grande économie ; il faudra encore les faire remonter jusqu'à Saint-Étienne quand elles seront vides : voici le moyen d'y parvenir.

La voie de remonte sera au même niveau contiguë et semblable, sur tout son parcours, à la voie de descente. Le long des plans inclinés, elle sera entièrement fermée et deviendra un tube dont les boules rempliront la capacité, avec un jeu de quelques centimètres seulement.

L'ascension des boules dans le tube se fera au moyen de l'air comprimé dans des réservoirs ou de grandes et lourdes cloches disposées comme des gazomètres. A l'entrée et sur une partie encore horizontale est une chambre rectangulaire au haut de laquelle une porte, tournant sur un axe horizontal, peut ouvrir ou fermer complètement le tube. Cet axe se prolonge en dehors de la chambre et supporte, au moyen d'un levier, une lentille en fonte qui fait à peu près équilibre au poids de la porte elle-même, tout en étant plus lourde, en sorte qu'une faible pression d'air suffit pour la fermer, et lorsque la pression d'air vient à cesser, le poids de la lentille la soulève et le tube est ouvert. L'air comprimé, à moins d'une atmosphère, entrant par le tuyau qui débouche au-dessus de la porte, la ferme ; l'air se précipite entre elle et la boule et force celle-ci à monter sur le plan incliné avec une pression constante, qui lui imprime une vitesse accélérée comme celle résultant de la gravité, et à la sortie du tube au niveau du palier qui suit, la boule possède une force vive qui lui fait franchir, en roulant sur elle-même, la longueur totale du palier de 6 kilomètres, comme elle l'avait fait à la descente.

Dès que la boule a quitté le tube, à un signal électrique, le robinet de prise d'air est fermé, la porte n'est plus retenue par la pression de l'air, le poids de la lentille la fait tourner sur son axe, et le tube est ouvert, tout prêt à recevoir une autre boule pour la remonte.

L'idée de transporter des marchandises dans des boules vient d'Amérique. Elle appartient à un ingénieur de ce pays, M. Albert Brisbane. On a pu lire récemment dans les journaux américains,

que le Congrès, dans la séance du 23 mai dernier, a voté les fonds nécessaires pour la construction, entre le Capitole et l'imprimerie du Gouvernement, à Washington, d'un tube pneumatique, dont les véhicules seront des boules destinées à contenir des livres, paquets, imprimés, manuscrits, etc.

Voici en quels termes M. Garfield, membre du Congrès, a commencé son rapport sur ce projet de loi :

« Le Comité recommande à l'unanimité cette construction, d'abord » parce quelle permettra de réduire les frais de camionnage entre le » Capitole et l'imprimerie du Gouvernement, mais ensuite, et surtout » parce qu'il croit qu'*une grande invention vient d'être faite,* et qu'il » est important de l'essayer, invention qui peut avoir d'*immenses* » *résultats dans l'avenir,* si l'application en est faite ici... »

M. Charles Bergeron croit que les résultats de cette invention seront bien plus grands si l'application en est faite promptement au transport des charbons.

M. le Dr FONTAINE.

Le Compresseur domestique.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

Le nouvel appareil que je vais sommairement décrire sous le nom de *compresseur domestique,* fonctionne par pression d'eau. Placé au sous-sol ou dans la cour et en communication avec la distribution de la maison et le tuyau de décharge qui se rend à l'égout, il fournit de l'air comprimé aux étages supérieurs par une conduite sous-commande de robinets. C'est un cylindre en tôle (voir *fig. 1, pl. IV* repos et *fig. 2, pl. V* fonctionnement), divisé par une cloison médiane en deux réservoirs égaux et étanches. Chaque réservoir représente un corps de pompe semi-cylindrique, dont le piston est formé par l'eau de la distribution S : cette eau, en le remplissant, comprime et expulse l'air qu'il contient, et aspire ensuite, en s'écoulant à l'égout, un nouveau volume d'air extérieur qu'un égal volume d'eau sous pression comprime et expulse à son tour. Les deux réservoirs fonctionnent alternativement, et de leur action intermittente résulte un débit constant d'air comprimé par les robinets de la conduite V qui se termine aux étages supérieurs. Comme on le verra plus loin, il suffit d'ouvrir ces robinets pour déterminer le fonctionnement du compresseur et de les fermer pour l'interrompre.

L'eau pénètre dans cet appareil par les tuyaux d'émission S' S', divisions de la distribution S, et s'en écoule par les tuyaux U' U', origines du tuyau de décharge U qui se termine à l'égout; l'air s'y introduit par les tuyaux d'aspiration T' T', et en sort, après avoir éte comprimé, par ceux d'aspiration V' V', qui alimentent à tour de rôle la conduite V. Chaque réservoir contient un flotteur F (cylindrique et percé d'un canal suivant son axe), lequel, par l'intermédiaire de divers organes automatiques, manœuvre, en temps utile, les robinets d'*émission* et de *vidange* et ceux d'*aspiration* et d'*expiration*.

Quand les dents du pignon O sont *à gauche* de la clef du robinet d'aspiration du tuyau T', ce robinet et celui de vidange sont ouverts, tandis que celui d'émission est fermé. (Les orifices des deux derniers sont percés à angle droit sur un axe commun qu'une tringle relie au pignon O.) Le contraire a lieu lorsqu'elles sont à droite.

Le robinet qui fait communiquer les tuyaux d'expiration V' V' avec la conduite d'air V, est à double courant : deux orifices latéraux à angle droit et un orifice supérieur. D'où il suit que lorsqu'un de ces tuyaux communique avec cette conduite, l'autre ne communique pas avec elle et réciproquement. Quand les dents *antérieures* du pignon P (denté seulement sur deux secteurs égaux et opposés), sont *à droite* de la clef R qui lui sert d'axe, c'est le réservoir *antérieur* qui communique avec la conduite; c'est le réservoir opposé quand elles sont *à gauche*.

Fonctionnement. — La figure 1 représente l'appareil au repos, c'est-à-dire au moment où les robinets de la conduite d'air sont fermés. On voit par la *position* des dents des pignons O, O et P, que les deux réservoirs communiquent avec la distribution d'eau; que leurs robinets de prise d'air et de vidange sont fermés, et que c'est le réservoir postérieur qui communique avec la conduite V.

Dans les deux, l'eau est maintenue en équilibre par l'air qu'elle a comprimé (1) : au moment où l'on ouvre aux étages supérieurs un ou tous les robinets de cette conduite, l'eau s'élève dans le *réservoir postérieur* et chasse manométriquement l'air qui y est emprisonné. Le flotteur qui monte avec l'eau s'arrête lorsqu'il rencontre l'arrêt *c* de la tige E, mais son mouvement continue aussitôt qu'un peu plus *immergé* il a acquis la petite force nécessaire pour soulever cette tige. Quand la commissure *a* est venue s'appliquer sous le prolongement *g* du balancier L, le mouvement du flottèur s'interrompt de nouveau, mais il recommence au moment où l'eau l'a presque entièrement

(1) Ainsi que l'indique la figure, le volume de l'air est réduit des deux tiers, la pression supposée étant de trois atmosphères.

immergé. Ayant acquis alors une force ascensionnelle suffisante pour soulever le balancier, il monte presque affleuré par le niveau de l'eau, soulevant le prolongement *g* jusqu'à ce qu'il vienne appliquer l'arrêt *c* sous la face inférieure du *stuffing-box*. A ce moment, le réservoir est rempli, mais comme le cheminement de la tige E a amené le prolongement *g* au-*dessus* de la ligne d'horizon qui passe sur l'axe d'oscillation du balancier, le boulet contenu dans le bras gauche de celui-ci passe dans son bras droit et en détermine la bascule. Pendant cette bascule, le bras coudé de la crémaillère M est entraîné brusquement de droite à gauche par la commissure droite (1) de l'ouverture du demi-cercle H. La marche de cette crémaillère, limitée par la rencontre de son arrêt de droite avec son support de droite, limite elle-même la bascule du balancier. Le prolongement *g*, qui s'est mu librement dans le vide de la tige E, vient se placer un peu au-dessous de la commissure supérieure *a'*. Pour bien comprendre le fonctionnement de l'appareil, il faut examiner sur la figure 2 les changements de position que la bascule vient d'imprimer à la crémaillère M, et par suite au pignon O postérieur et au pignon central P. Cette figure montre la commissure *a'* en *contact* avec le prolongement *g*, parce que le réservoir est déjà vidangé en partie et que le poids de la tige E (laquelle vient précisément abandonnée par le flotteur) est venu l'accrocher à ce prolongement.

Les dents du pignon O étant *à gauche* de la clef du robinet d'aspiration T, et les dents antérieures du pignon P étant *à droite* de la clef R du robinet d'air à double courant, il en résulte :

1° Que les orifices d'*aspiration* et de *vidange* sont ouverts;

2° Que ceux d'*expiration* et d'*émission* sont fermés; ce qui entraîne la vidange du réservoir;

Et 3° que le tuyau d'expiration du reservoir antérieur communique *avec la conduite* V, ce qui permet à ce dernier de chasser à son tour l'air qu'il contient.

Voyons ce qui se passe dans le réservoir postérieur : l'eau s'en écoule et se rend à l'égout par les tuyaux U', U; aussitôt que son niveau s'est suffisamment abaissé pour que le flotteur n'ait plus de force ascensionnelle, celui-ci descend jusqu'à ce qu'il rencontre l'arrêt *d*. La tige E descend aussi, mais pendant un instant très court, car, comme on l'a dit plus haut, elle s'*arrête* aussitôt que sa commissure *a'* rencontre le prolongement *g*. Lorsque l'écoulement de l'eau a restitué au flotteur un poids suffisant — principe d'Archi-

(1) En pratique, les commissures du demi-cercle H sont remplacées par des galets à gorge. Les croquis *(fig. 1 et 2)* sont de trop petites dimensions pour qu'il ait été possible de dessiner ces galets.

mède — pour abaisser par sa pression sur l'arrêt *d* de la tige E le bras gauche du balancier et élever par conséquent le bras droit qui contient le boulet et représente la résistance, son mouvement, un instant interrompu, continue jusqu'à ce que l'arrêt *b* vienne s'appliquer sur la face supérieure du *stuffing-box*. Comme à ce moment le prolongement *g* a été amené au-*dessous* de la ligne horizontale (1) qui passe par l'axe du balancier, le boulet se trouvant sur un plan incliné descend dans le bras gauche et le fait basculer. Pendant cette bascule, la commissure gauche du demi-cercle H pousse brusquement devant elle la crémaillère M à laquelle elle restitue sa position première. En revenant de *gauche à droite,* cette crémaillère ne rencontre pas les dents postérieures du pignon P qu'elle a épuisées pendant sa marche de *droite à gauche,* et par conséquent n'opère pas le robinet de la conduite V; mais elle ramène à droite le pignon O dont elle ne perd jamais les dents. En se reportant à ce qui a été dit, on voit que, par son action sur ce pignon, la crémaillère ferme les robinets d'aspiration et de vidange et ouvre celui d'émission d'eau. Un nouveau volume d'air est donc emprisonné dans le réservoir, et l'eau de la distribution va le comprimer jusqu'à équilibre manométrique. La *somme* des sections des orifices de *débit* de la conduite V et les *sections* des orifices d'*émission* et de *vidange* — tuyaux S′ S′ et U′ U′ — doivent être entre elles dans des proportions telles qu'un réservoir consomme plus de temps pour expulser l'air *comprimé* qu'il contient qu'en emploie l'autre pour se vidanger et amener à sa compression maximum l'air aspiré. (Ces sections se déterminent facilement par le calcul, étant connue la charge d'eau moyenne de la distribution.) Il en résulte que lorsque le balancier du réservoir *antérieur* (lequel est dans son temps d'expulsion) basculera et mettra par son action sur le robinet d'air le réservoir *postérieur* en communication avec la conduite V, celle-ci sera comme auparavant alimentée par de l'air exprimant manométriquement la *charge d'eau* de la distribution. Le mouvement du double robinet opéré par les crémaillères est tellement rapide qu'il n'y a pas d'interruption dans l'alimentation de la conduite V, dont le débit est aussi régulier que celui des distributions de gaz.

J'ai dit que le robinet d'air n'était opéré par les crémaillères que pendant leur marche de droite à gauche : cela est ainsi, parce que, quand les dents *postérieures* du pignon P *(pl. IV)* ont été amenées à gauche *(pl. V)* de la clef de ce robinet par la crémaillère M qui les épuise et peut, par conséquent, revenir de gauche à droite sans les

(1) Lorsque l'arrêt *b* repose sur le *stuffing-box,* la commissure *a′* est un peu au-dessous de cette ligne.

rencontrer, ses dents *antérieures* ont été amenées à droite de cette clef, dans une position identique, vis-à-vis de la crémaillère qui les commande, à celle que les premières occupaient vis-à-vis de la leur. On voit que la crémaillère postérieure, en épuisant les dents postérieures du pignon, présente ses dents antérieures à la crémaillère antérieure et réciproquement.

Lorsqu'on ferme les robinets de la distribution d'air, l'équilibre se rétablit *immédiatement* dans le réservoir en expulsion et aussi vite dans l'autre que le double temps d'aspiration et de compression est achevé.

Pour nettoyer ou réparer l'appareil, il faut fermer les robinets d'émission, dévisser l'assemblage qui réunit le tronc de la distribution d'air au tuyau qui la continue, abaisser les brides qui relient les *deux* segments dont sont formés les tringles, puis ouvrir le robinet de purge de chaque réservoir (1) et enlever le couvercle commun.

Quelle que soit la force nécessaire à la manœuvre des robinets, il est toujours facile de l'obtenir en donnant aux boulets le poids nécessaire pour la produire et aux flotteurs un volume correspondant. Que ces derniers soient grands ou petits, cela n'a aucune importance au point de vue de la consommation d'eau. On n'aura jamais à en payer aux Compagnies de distribution, qu'elle soit livrée à l'abonnement ou au jaugeage, que les quantités présumées ou contrôlées, qui traverseront l'appareil en un temps donné. Si les flotteurs sont volumineux, la quantité d'eau qui pénétrera dans les réservoirs sera moindre que s'ils sont d'un petit volume, mais les mouvements de leurs organes automoteurs seront plus fréquents.

La bascule des balanciers détermine *brusquement* la manœuvre des robinets, ce qui est une condition essentielle du fonctionnement régulier du compresseur, et cependant il n'est pas nécessaire que le balancier agisse par *choc,* car ce peut être tout à fait au début de cette bascule et sans vitesse acquise que ce balancier entraîne ou repousse sa crémaillère. On peut mesurer la dépense de l'eau *directement* en plaçant sur le couvercle de l'appareil un compteur piezométrique dont l'axe est opéré à chaque vidange par les mouvements des crémaillères ou *indirectement* par celle de l'air à l'aide d'un compteur à gaz.

La compression de l'air par l'eau se pratique dès longtemps à Schemnitz (Hongrie) pour l'épuisement des mines de sulfure de plomb, et depuis quelques années à Paris pour la poste pneumatique de l'administration des télégraphes. C'est un système imparfait

(1) Un seul robinet est visible dans les figures.

comme rendement, car il n'utilise pas toute la pression de l'eau, mais il est en revanche d'un emploi facile et d'une grande simplicité.

L'appareil que je viens de décrire supprimant l'intervention manuelle, et, en réalité, transformant les distributions d'eau en distributions d'air sous pression, ajoute encore à la simplicité de ce mode de compression.

Cet appareil peut être utilisé dans l'industrie, soit comme soufflerie, soit pour distribuer de la force et mettre en mouvement de petites machines à air.

APPLICATIONS.

Travail du platine. — Comme l'air comprimé à plus de 32 centimètres de mercure fournit, en alimentant le chalumeau *au gaz d'éclairage de Schlœsing,* une flamme aérhydrique, qui peut remplacer *simplement* et *économiquement* la flamme à l'hydrogène des ateliers et la flamme oxihydrique des laboratoires de chimie, on trouvera de grands avantages de simplicité et de commodité, etc., dans l'emploi de la distribution d'air du compresseur domestique, pour fondre et travailler le platine.

Travail des métaux précieux. — Brasure du cuivre. — Émaillage. — Soufflage du verre. — Pour ces différents usages, le courant d'air forcé d'un ventilateur n'est pas suffisant, et l'on a généralement recours à des souffleries à la main ou à la pédale. Deux conduites de caoutchouc (comme pour le travail des lampistes et des ferblantiers) amenant l'une le gaz combustible et l'autre le gaz comburant, remplaceront avantageusement et simplement les moyens actuels pour alimenter le tuyau d'air forcé du *chalumeau* ou du *fer à souder*. L'ouvrier n'ayant pas à produire lui-même le courant d'air forcé dont il a besoin, en travaillera d'autant plus vite et d'autant mieux. Pour activer ou diminuer l'intensité de la flamme, il lui suffira d'ouvrir plus ou moins le robinet d'air, ce qui diminue ou augmente la détente et donne plus ou moins de pression. Les eaux ménagères de la plupart des maisons de l'ancien Paris ne s'écoulent pas directement à l'égout et s'y déversent par le *regard* de la rue. Dans ces maisons, il faudra placer le compresseur au rez-de-chaussée ou dans la cour. Comme la Compagnie des eaux garantit l'eau de l'Ourcq à 1 mètre du sol, la pression sera toujours plus que suffisante pour les usages que je viens d'indiquer, — le travail du platine excepté.

Chauffage des appareils de chimie. — Les merveilleux résultats auxquels sont arrivés MM. Schlœsing et de Mondesir en fondant du fer,

des tubes de porcelaine, etc., avec le gaz d'éclairage et un courant d'air forcé (de 10 à 20 centimètres d'eau), pourront être utilisés industriellement avec la distribution que donne le compresseur domestique.

A Paris, l'eau de l'Ourcq est vendue sept centimes le mètre cube, par abonnement annuel d'au moins vingt-cinq mètres par jour. On voit qu'avec 1 fr. 75 on pourra avoir quotidiennement dans les ateliers de braseurs, bijoutiers, fondeurs d'or et d'argent, émailleurs, etc., 250 hectolitres d'air pris à la pression ordinaire (utilisé sous toutes les pressions voulues en dessous de 3/5 d'atmosphère) et debité aussi simplement et aussi régulièrement que le gaz d'éclairage.

Les autres eaux, Dhuys, Seine, Marne, etc., coûtent actuellement le double de celle du canal, mais il est probable que leur prix diminuera quand seront achevés les importants travaux de dérivation que dirige M. Belgrand, l'habile et savant ingénieur du service des eaux.

Compression du gaz. — On obtient quelques-uns des résultats que je viens d'indiquer en comprimant le gaz directement et en le brûlant par un bec muni d'aspirateurs à sa base, comme le brûleur de Bunsen. L'air ambiant est entraîné mécaniquement par un effet de circulation collatérale comme dans la trompe, l'injecteur Giffard, etc.

Pour obtenir cette compression, il suffit de relier au tuyau T du compresseur une conduite de gaz. Le débit de la conduite dans le compresseur donnera la dépense d'eau de ce dernier. Le gaz dissous dans l'eau pendant la compression se dégageant pendant la vidange, il n'y a aucune perte.

Poste pneumatique pour transmission rapide d'ordres, de dossiers, de documents, entre le siége de l'exécutif et les ministères, etc. — Les robinets des compresseurs hydrauliques de la *poste pneumatique* étant ouverts ou fermés à la main, le compresseur *automatique* que j'ai décrit leur est évidemment supérieur; mais cette supériorité est de peu d'importance pour la *poste pneumatique à trains réguliers,* car les employés qui manœuvrent les robinets font en même temps le service de l'expédition et de la réception des cartouches contenant les télégrammes. Il n'en serait plus de même si le Gouvernement jugeait à propos de relier par des conduites pneumatiques, comme on en avait parlé il y a quelques années (et comme cela se fait à Washington, entre le Capitole, le *Printing-Office* et d'autres administrations), les ministères importants, *intérieur, affaires étrangères* et *guerre* au siége de l'exécutif. En effet, dans ce cas, les communications pneumatiques n'auraient rien de régulier, et l'envoi et la réception des *dossiers, documents, décrets à signer,* devraient par raison de simplicité

et d'économie être faits *directement,* du cabinet même du président ou des ministres, par leurs garçons de bureau. On économiserait, grâce à la *distribution* du compresseur domestique, le prix du travail ou plutôt de la surveillance des employés qui, dans les bureaux ordinaires, font au sous-sol la manœuvre nécessaire pour charger d'air les réservoirs. Comme, à Paris, l'Élysée, les ministères, l'Assemblée et l'imprimerie de l'*Officiel* sont compris dans un très petit périmètre, la dépense (1) serait de peu d'importance eu égard aux résultats obtenus : célérité et sûreté, grands avantages en tout temps, mais surtout dans les moments de crise. C'est pour envoyer des paquets de lettres que la poste pneumatique a fonctionné en premier lieu à Londres; aussi, n'existe-t-il pas de doute sur la possibilité de transmettre par ce moyen des dossiers et des documents. Ajoutons que, pour de courtes distances, la transmission pneumatique est bien plus rapide que la transmission électrique. Pour cette application, un réservoir de plusieurs mètres cubes doit être placé sur le trajet de la conduite V.

DISTRIBUTION DE FORCE A DOMICILE ET AU COMPTEUR.

1° *Pour remplacer le travail du tourneur de roue.* — On emploie à Paris, dans certains ateliers, le tourneur de roue pour mettre en mouvement les tours, les ventilateurs (fonderie de cuivre, par exemple), etc. L'ouvrier coûte, à Paris, 4 francs par jour, et ne fait pas un travail de plus de 100,000 kilogrammètres effectifs. En employant l'air comprimé par les eaux de la Dhuys ou de la Seine, ces 100,000 kilogrammètres seraient obtenus à 60 pour 100 meilleur marché. Certains propriétaires des quartiers populeux pourraient, on le voit, trouver avantage à placer un compresseur dans leur sous-sol et à louer de la force motrice pour le travail en chambre.

2° *Pour remplacer le travail des machines à vapeur dans les ateliers.* — A Rome, les distributions d'eau sont tellement abondantes (200,000 mètres cubes par jour), qu'on les utilise dans certains cas comme force motrice. Avec le compresseur domestique que j'ai décrit, on pourrait distribuer cette force motrice sous forme d'air comprimé dans les ateliers, simplement et à très bon marché (comme l'avait indiqué Sommeiller).

Le nombre des ateliers était évidemment très restreint à Rome il y a quelques années; mais depuis que le gouvernement italien s'y

(1) Elle serait insignifiante, car ce mode de communication ne serait évidemment utile et employé que pour la transmission rapide des documents, c'est-à-dire rarement.

est installé, la population a beaucoup augmenté (25,000 habitants en deux ans), et parallèlement le commerce et l'industrie s'y sont développés. Il est probable que le municipe romain concéderait volontiers, dans l'intérêt de ses administrés, une partie de ses eaux à une *Compagnie de distribution de force motrice*.

Bains d'air comprimé. — Voir aux Communications de la section de médecine.

Le Chevalier J. DA SILVA,

Architecte du roi de Portugal.

Sur l'assainissement de la ville de Lisbonne.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

MESSIEURS,

Voulant profiter de l'heureuse circonstance qui s'offre pour moi d'avoir l'honneur de me trouver parmi vous, je vous demanderai de vouloir bien concourir par vos lumières à élucider une question très importante pour la salubrité de la ville de Lisbonne, où la mortalité augmente chaque jour.

Avant de vous soumettre mon projet et de vous prier de me donner votre opinion sur l'efficacité des moyens provisoires que je propose, vous me permettrez, Messieurs, de vous dire comment ont été établis les égouts de Lisbonne, dans quelles circonstances spéciales ces constructions ont été faites et quelles modifications on a cru, plus tard, nécessaire d'y apporter.

Avant le tremblement de terre de 1755, les rues de Lisbonne étaient tortueuses et fort étroites; il n'y avait ni égouts dans la ville, ni lieux d'aisances dans les maisons. Les habitants étaient obligés de jeter par les fenêtres, pendant la nuit, les ordures de toute nature, comme on le faisait chez vous, il y a peu de temps encore, à Nantes et à Marseille. Dans le jour, on versait dans la rue les eaux ménagères; quelquefois même les passants étaient atteints, bien que les domestiques fussent tenus de crier à haute voix, à trois reprises, qu'ils allaient verser les eaux dans les rues.

La partie basse de la capitale fut la plus endommagée par le tremblement de terre, parce que les bâtiments étaient élevés sur des terrains vaseux et que, par suite, les édifices n'avaient pas la solidité nécessaire pour résister à de fortes secousses.

Le grand ministre du roi don Josèphe, que nous appelons le

Colbert portugais, le marquis de Pombal, voulant réparer le plus tôt possible ce désastre, résolut en même temps de profiter de l'occasion pour bâtir la nouvelle ville sur un plan plus régulier et plus grandiose. Il fit donc tracer de larges rues coupées par d'autres à angle droit; les maisons y sont toutes d'égale hauteur, avec boutiques et trois étages, elles sont décorées d'une manière uniforme. Pour la première fois, on eut alors des latrines dans les maisons; malheureusement, elles furent construites de la façon la plus rudimentaire. En même temps, on prit soin de faire des égouts qui devaient verser dans le Tage les eaux et les matières fécales.

A l'époque où ces nouvelles constructions furent faites, le confortable auquel nous sommes habitués aujourd'hui n'existait pas, le bien-être ne semblait pas indispensable comme de nos jours; aussi, si nous ne devons pas faire une critique sévère de ceux qui ont donné des plans pour la reconstruction de la nouvelle ville de Lisbonne, nous ne pouvons nous empêcher de signaler les résultats préjudiciables à la salubrité publique qui viennent de leur peu d'expérience de ces travaux.

Les maisons que l'on construisit alors forment des îlots rectangulaires séparés par des rues ayant des largeurs de 6, 8 ou 10 mètres, des cours intérieures de 4 mètres de côté se trouvaient enclavées dans ces îlots. Les lieux d'aisances se trouvent adossés aux angles de ces cours, et les tuyaux de descente conduisent toutes les eaux ménagères aux égouts, par les branchements placés dans l'axe des rues, et les matières qu'on rejette journellement ont à passer sous les maisons.

Vous remarquerez d'abord, Messieurs, la petitesse des cours (1) servant pour des maisons qui ont quatre étages; vous remarquerez aussi combien elles doivent être humides et sombres, n'ayant ni assez de lumière, ni assez d'air pour établir une ventilation utile dans les appartements.

Le point le plus grave est que ni les branchements, ni les égouts généraux n'ont assez de pente pour faire couler les matières fécales, et que c'est à peine même si les liquides s'y fraient un passage. De plus, il n'y a pas longtemps encore que, dans les coudes, les raccords des branchements avec les égouts étaient faits à angle droit et que leur radier restait une superficie plane.

Dans les autres parties de la ville, les choses étaient restées dans leur état primitif, et les habitants souffraient tous les inconvénients auxquels ils étaient condamnés, ne pouvant trouver d'autres loge-

(1) Sur le plan de la ville, qui se trouvait dessiné sur le tableau noir.

ments; aussi, quand un jour la fièvre jaune parut, elle envahit Lisbonne avec la plus grande rapidité. On voulut vider les égouts et les tuyaux de latrines des maisons, mais on fut alors fort étonné de trouver que les grands égouts ne renfermaient presque aucune ordure, que les branchements, au contraire, étaient à peu près remplis et obstrués, que les eaux, formant des fissures dans les matières solides, avaient ainsi coulé jusqu'au fleuve, et que les fonds des tuyaux de descente des latrines des maisons étaient tous remplis par l'accumulation des matières fécales.

Dans l'année 1856, on a construit des égouts avec radier curviligne et dont les coudes sont arrondis; on a mis des siphons à toutes les latrines, mais la chose la plus importante n'a pas été faite, soit à cause de la difficulté de l'entreprendre, soit à cause des dépenses excessives qu'elle entraînerait, je veux parler de la nécessité de donner une pente suffisante aux égouts généraux et aux branchements. De cette façon, le plus grand mal subsiste, et c'est, pour moi, une des causes principales qui rendent actuellement, à Lisbonne, le nombre des décès supérieur à celui des naissances.

Les Anglais ont apporté un soin tout particulier à l'établissement des *water-closets*, s'attachant à les tenir hermétiquement fermés, pour empêcher le dégagement des gaz nuisibles et pour éviter ainsi la mauvaise odeur dans les appartements. Toutes les autres nations civilisées ont suivi cet exemple, croyant ainsi se soustraire aux dangers qu'il y a à respirer un air altéré par la décomposition des matières fécales. Malheureusement, on a reconnu que les *water-closets,* tels que les Anglais les ont établis, présentaient de grands inconvénients, plus grands peut-être que tous ceux qui avaient été signalés, par suite du dégagement des gaz accumulés qui venait à se produire au moment où on se servait de ces lieux, lorsqu'on avait été longtemps sans habiter les châteaux ou les maisons dans lesquels ils se trouvaient.

Mais vous savez, Messieurs, que ce problème est difficile à résoudre, et si j'en parle, c'est qu'il a une relation immédiate avec la question que je traite; toutefois, je vais reprendre et m'occuper de l'assainissement de Lisbonne.

Les bouches d'égout qui sont placées dans les rues, afin de recevoir les eaux de pluie, laissent échapper une odeur insupportable, surtout pendant les mois les plus chauds de l'année.

Une autre chose mauvaise qu'il me reste à signaler, est le défaut d'aération des appartements; les chambres à coucher n'ont pas de fenêtres, elles sont établies dans des alcôves fermées et, de plus, les châssis vitrés de ces anciennes maisons du système dit *à guillotine,*

empêchent les couches d'air plus raréfiées, situées près du plafond, de se renouveler; de plus, quand, en versant les eaux ménagères, on produit le vide dans le siphon, la masse de gaz délétères qui s'échappe, s'accumule dans la partie élevée des appartements et en rend l'air malsain et dangereux. Une remarque que j'ai faite bien souvent et qui vient à l'appui de cette observation, c'est que toutes les dames et les demoiselles qui habitent les maisons de la nouvelle ville, c'est-à-dire la partie basse de Lisbonne où sont établis des lieux d'aisances ainsi construits, ont le teint très pâle et l'air maladif. Ce qu'on comprend facilement, puisque les Portugaises n'ayant pas encore l'habitude de sortir tous les jours pour se promener et prendre l'air, et restant enfermées la plus grande partie de leur existence, elles vivent dans une atmosphère qui, n'étant pas assez pure, altère leur santé petit à petit. De plus, quand elles sont malades, l'air corrompu de leurs habitations vient augmenter encore la gravité de la maladie. Les hommes sont moins exposés à ces dangers, car leurs affaires ou leurs emplois les obligeant à sortir de chez eux tous les jours, ils respirent en plus petite quantité cette atmosphère viciée.

J'ai maintenant à vous exposer, Messieurs, les moyens qui me semblent les plus simples pour remédier aussi vite que possible à ce mal, tout en évitant les dépenses excessives d'une reconstruction, dépenses qu'il n'est pas possible de faire actuellement à Lisbonne.

D'abord, je propose de faire *séparer complètement les tuyaux* qui servent à recevoir les matières fécales *de ceux qui sont destinés à l'écoulement des eaux ménagères* et de tous les liquides dont on veut se débarrasser.

Pareille disposition doit être prise pour les puisards qui sont dans les rues, afin d'absorber les eaux pluviales. On devra, en outre, *établir sur toutes les maisons et sur chaque tuyau de descente des lieux d'aisances une cheminée* très élevée, *et toujours plus élevée que le faîte des toits des maisons*, afin de laisser dégager les gaz dans l'atmosphère.

On élèvera, sur les principales collines sur lesquelles la ville de Lisbonne est bâtie, *des cheminées de grande hauteur, qui devront être en communication avec les principaux égouts de la capitale;* elles serviront à obtenir des résultats analogues à ceux que produisent les cheminées qui servent pour l'assainissement des mines.

Il sera également nécessaire *de prolonger les sorties des grands égouts qui vont jeter les matières animales dans le Tage,* afin que *leurs ouvertures puissent rester toujours, même à marée basse, couvertes par les eaux du fleuve,* pour éviter la sortie des gaz.

Telles sont, Messieurs, les principales modifications que j'ai l'honneur de soumettre à votre examen, modifications destinées à diminuer

autant que possible les dangers que présente, pour l'existence des habitants de Lisbonne, la construction défectueuse des égouts et des latrines de la nouvelle ville.

Je vous prie donc, Messieurs, de vouloir bien prendre en considération cet exposé, sur lequel je vous demanderai d'avoir la bonté de me donner votre opinion. En agissant ainsi, vous rendrez un grand service non seulement au Portugal, mais à un grand nombre de nos semblables, et je crois que ce motif suffira pour assurer à ce projet votre sollicitude éclairée et le rendre digne de toute votre sympathie.

M. RIVIÈRE.

Notice sur l'appareil destiné à diriger la navigation aérienne.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

Cet appareil très simple, peu coûteux et pouvant s'adapter aux divers aérostats, est fixé à un ballon ellipsoïde (forme proposée par M. Gustave Guibert, ancien constructeur de navires à Bordeaux). Il se compose d'un système d'ailes à voiles mobiles, placées en nombre indéterminé autour d'une plate-forme.

Les divers moteurs connus peuvent être appliqués à l'appareil.

Ce qui constitue principalement la supériorité de l'appareil Rivière, c'est que le ballon et la nacelle sont solidaires et que l'appareil directeur y est muni d'organes particuliers, nommés déviateurs, au moyen desquels les ailes sont mues à volonté dans tous les sens, ce qui permet de faire prendre au ballon la direction que désire l'aéronaute, de telle façon que toutes les ailes, les unes après les autres, après avoir agi sur l'air, le coupent, la moitié agissant toujours comme force, pendant que l'autre moitié est neutralisée et *vice versa*.

Toutes les ailes d'un côté viendraient-elles à être détruites, que celles du côté opposé, aidées par l'aile antéro-postérieure *(double gouvernail)* suffiraient encore à la direction du ballon.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur l'appareil modèle (construit par l'inventeur), dans lequel l'aile à voile, mise en mouvement, produit toujours une force et jamais un obstacle, pour se convaincre qu'il réalise la solution du problème de la navigation aérienne dans tous les sens et par divers moyens.

En faisant décrire au ballon des cercles verticaux et horizontaux dans l'espace, soit en avant, soit en arrière, selon que les arbres

tournent dans un sens ou dans l'autre, on le dirige à volonté et sans exception dans toutes les directions.

M. Godard, le célèbre aéronaute, a déclaré qu'avec ce système il aurait pu se diriger lors de sa dernière ascension à Bordeaux (en avril 1872). De grandes modifications ont été apportées depuis cette époque.

M. Blanchard, aéronaute, assure également qu'avec cet appareil et un ballon imperméable on pourrait traverser les mers.

La poste, renseignée sur la direction des vents, pourrait aussi, et facilement, expédier des aérostats qui, louvoyant avec une grande vitesse sur la droite et la gauche de la direction du vent, déposeraient des correspondances sur plusieurs points et même des voyageurs, tout en conservant la même quantité de gaz.

On comprend les services immenses qu'une pareille invention est appelée à rendre, soit seule, soit combinée avec la poste, la télégraphie aérienne, électrique et militaire.

Telle est l'invention nouvelle que j'ai eu l'honneur d'exposer à S. E. M. le Ministre de la guerre, le 1er mars et le 1er septembre 1871, et dont la description générale est également consignée dans un pli cacheté adressé le 4 mars même année à l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Bordeaux.

M. HUREAU DE VILLENEUVE,

Docteur en médecine.

Foyer générateur de vapeur à combustion sous pression.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

MESSIEURS,

Vous connaissez tout le bruit qui s'est fait, il y a quelques années, autour de la machine Lenoir. Cette machine, utilisant l'explosion en vase clos d'un mélange déterminé d'air et de gaz d'éclairage, promettait une transformation dans les moteurs employés par l'industrie. Les grands avantages de cette machine étaient : facilité de mise en train et possibilité d'arrêter la combustion aussitôt le travail fini. Tout cela était bien séduisant et bien riche d'espérances : on allait pouvoir diminuer la taille des moteurs et surtout en construire d'une petite force, mais aussi d'une faible dépense.

Or, permettez-moi de vous dire, Messieurs, que la question des petits moteurs atteint, à mes yeux, la hauteur d'une question sociale.

Dans l'antiquité, le riche faisait exécuter les travaux industriels par des esclaves, et c'est par suite de l'esclavage qu'ont pu être exécutés des travaux gigantesques comme les Pyramides. Après la suppression de l'esclavage, on employa des animaux; enfin, on s'adressa à la vapeur, plus économique que l'animal et l'esclave.

Mais la machine à vapeur n'est pas à la portée de tous : l'ouvrier ne peut l'employer à cause de l'extrême difficulté de fabriquer des moteurs pratiques de moins d'un cheval. Est-ce que les machines plus faibles ne marcheraient pas? Si vraiment, mais il leur faudrait un chauffeur, homme spécial, dont le salaire détruirait l'économie de la machine. Supprimer le chauffeur, en rendant le moteur rustique d'une conduite commode, se prêtant aux interruptions de travail, c'est donc rendre possible la construction des petites machines.

On l'a déjà essayé en fabriquant de petits générateurs chauffés par une forte lampe à pétrole, alimentée par un robinet gradué. Cependant ces machines ne rendaient pas ce qu'on pouvait en attendre. Elles dépensaient beaucoup par suite de la perte de chaleur se faisant par la cheminée; et la pression, dans la chaudière, variait en peu de temps du simple au double.

De son côté, la machine Lenoir était tombée en discrédit. Elle dépensait beaucoup, était très lourde, et son volant très grand n'atténuait que faiblement la violence des chocs provenant des explosions successives. La chaleur produite par la combustion du gaz d'éclairage volatilisait les graisses servant à la lubrifaction, les métaux se grippaient et la machine s'arrêtait.

Il fallait donc que M. Lenoir entourât son cylindre d'une autre enveloppe de fonte retenant un courant d'air refroidissant, mais c'était de la chaleur perdue à plaisir. M. Hugon essaya de projeter de l'eau dans le cylindre; mais le rendement fut encore très faible, parce qu'en créant une tension intérieure on empêchait l'entrée du gaz combustible et de l'air.

La machine Otto, construite depuis, refroidit le mélange gazeux par détente; elle dépense moins que les deux moteurs précédents; mais elle est à simple effet, produit des chocs énormes, et son action discontinue nécessite un volant très lourd et des bâtis très solides.

Convaincu de la nécessité d'une combustion continue, se produisant dans des foyers clos, je résolus de construire un foyer générateur à combustion continue sous pression, dans lequel devaient se pro-

duire les gaz moteurs, destinés à actionner la machine. Après l'avoir longuement étudiée et l'avoir fait construire, je puis maintenant vous en donner une description, non pas réelle, mais schématique, et c'est-à-dire faite de manière à vous en expliquer l'idée fondamentale.

Mon foyer générateur, tel qu'il est construit, se compose d'un cylindre vertical en cuivre rouge, contenant un cylindre-cône, revêtu extérieurement d'une collerette hélicoïdale.

Dans ce cylindre-cône, se trouve un creuset réfractaire, contenant une cupule renfermant de l'éponge de platine.

Maintenant, si, par un robinet gradué, je fais arriver un filet d'huile de pétrole, ou de tout autre combustible liquide, et un courant d'air projetés par deux pompes dans le creuset réfractaire, et si j'allume, j'obtiens une combustion dans l'intérieur de la chaudière. Cette combustion se fait régulièrement par l'action de l'éponge de platine, qui empêche la flamme de s'éteindre. De plus, les parois rougies du creuset brûlent la fumée du pétrole, qui en sort complètement nette et transparente. Les gaz de la combustion s'élèvent d'abord dans le cylindre-cône, puis redescendent pour sortir par les trous placés dans la partie inférieure. Ils remontent alors dans le grand cylindre, mais là ils rencontrent un courant d'eau qui est versé dans la collerette hélicoïdale du cylindre-cône par un robinet réglé, placé dans le haut. Cette eau, en contact avec des gaz à une haute température, se volatilise instantanément, et le tout, gaz et vapeur, sort par la prise de vapeur pour aller travailler sous le piston, comme dans les autres machines.

On voit que, tandis qu'une cheminée de tirage suffit dans les machines ordinaires pour amener l'air nécessaire à la combustion, je suis obligé d'employer une pompe pour cet usage. MM. Belou et Pascal avaient déjà construit des foyers clos à combustion sous pression ; mais le travail considérable de la pompe à air et la destruction du cylindre par les particules siliceuses contenues dans la houille avaient rendu ces moteurs peu pratiques. Je ne rencontre pas la seconde difficulté puisque je brûle du pétrole sans fumée ; j'ai trouvé, de plus, le moyen de diminuer, dans de fortes proportions, le travail de la pompe à air.

En effet, ma pompe à air envoie, en même temps, l'air et l'eau d'alimentation. Il en résulte que lorsque l'air s'échauffe par suite de la compression et augmente ainsi de volume, il est obligé de céder sa chaleur à l'eau qui va entrer à une température élevée dans le générateur. Le travail de la pompe à air qui, sans cette modification, aurait été de 50 0/0 de la force totale,

se trouve ainsi réduit de 20 0/0 à 35 0/0, suivant la force des machines (1).

Vous voyez, Messieurs, que la machine dont je vous donne la description, est construite sur des bases tout à fait nouvelles. Je n'ai pu l'apporter de Paris; mais si l'occasion vous amenait dans cette ville, je serais heureux de vous faire assister aux expériences qui se continuent en ce moment.

Voici, en résumé, les avantages de ce moteur :

Faible dépense de combustible;

Par suite, diminution considérable de l'approvisionnement de combustible, ce qui rendrait un grand service à la marine à vapeur;

Suppression de la cheminée dans laquelle se perd une portion notable de la chaleur du combustible;

Mise sous pression et arrêt de combustion instantanés;

Foyer de conduite commode et ne nécessitant pas de chauffeur;

Possibilité de construire des moteurs minuscules, sortes d'esclaves mécaniques au service de tous les ouvriers et remplaçant le travail démoralisateur de la manufacture par le travail dans la famille.

Madame HUREAU DE VILLENEUVE.

Théorie mécanique du vol des oiseaux.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

MESSIEURS,

Si je prends la parole parmi vous, c'est moins parce que j'ai une communication de quelque importance à vous faire, que pour montrer mon désir de voir mon sexe s'intéresser à la science.

Je crois que c'est par là que notre malheureux pays pourra relever son niveau moral. C'est la mère qui est chargée de la première éducation de son fils; c'est elle qui fournit, à sa jeune imagination, les premières données intellectuelles souvent ineffaçables. Or, dans l'état actuel, que font les mères? Pendant les interminables conversations qu'elles ont avec leurs enfants, elles racontent à un auditoire infatigable des histoires dites *enfantines* qu'elles ont entendu raconter

(1) Dans la machine Pascal, le travail de la pompe à air absorbait près de 50 0/0 du travail total. Une machine Belou, installée dans une manufacture, possède une pompe à air qui demande les 65 0/0 du travail moteur total. Ces machines, d'ailleurs, ne consomment pas plus que de bonnes machines à vapeur.

ou qu'elles inventent. Ce sont des contes de fées et de revenants. Chez les enfants, dont les impressions sont si vives, ce ne sont guère des jalons sérieux pour fonder une éducation scientifique.

Il serait désirable que, en face des questions de leurs enfants, les mères pussent répondre la vérité sur tous les faits qui les étonnent. Mais, pour enseigner cette vérité, il faut la connaître, et peu de femmes sont actuellement capables de commencer une éducation scientifique.

Je ne veux pas dire, par là, que les femmes ne soient pas susceptibles d'étudier les sciences. Il est vrai que, si le sexe féminin a produit d'illustres écrivains et de nombreuses artistes, il n'a guère produit de savantes. Mais cela tient surtout à ce que leur éducation n'a pas été tournée de ce côté, et à ce qu'on jette, en France, le ridicule sur les femmes savantes. Si, en effet, par exception, on dirige l'intelligence des jeunes filles en ce sens, on obtient de très bons résultats. Certaines sciences, comme la botanique et l'ornithologie, semblent, de droit, appartenir aux femmes, qui aiment les fleurs et les oiseaux.

Je suis comme mes pareilles : j'aime les fleurs et les oiseaux; les oiseaux surtout. Ils sont si gracieux, si légers, et semblent si peu appartenir à la terre! Cependant, je n'aurais pas osé me hasarder à sonder le mystère qui entoure le vol des oiseaux, si mon mari ne m'avait enseigné la mécanique élémentaire et ne m'avait fait connaître les ouvrages principaux qui ont traité de cet acte si étrange et si charmant.

Un grand nombre d'auteurs ont traité du vol. Je ne puis, ici, les citer tous, mais je vais en nommer quelques-uns dont les écrits ont laissé des traces dans l'opinion publique. L'un des ouvrages les plus anciens et l'un des plus curieux est le *Traité du vol des oiseaux de proie,* fait en 1782, en vue de la fauconnerie, par Hüber, de Genève. Depuis ont paru le Mémoire de Chabrier, qui a été réfuté par Navier, de l'Académie des sciences, d'une manière extrêmement discutable, le *Vol des oiseaux,* par M. le comte d'Esterno, et le livre si étrange de M. Strauss Durkeïm. Enfin, depuis les cinq années qu'il paraît, le recueil *l'Aéronaute* a publié de nombreux articles sur ce sujet.

Tout récemment, deux médecins éminents, MM. Marey, professeur au Collége de France, et Pettigrew, professeur à l'Université d'Edimbourg, ont approfondi la théorie du vol. Cette théorie a été aussi étudiée, au point de vue de la transformation de la chaleur en mouvement, par M. Bertrand, de l'Institut.

Il me semble que, si la théorie du vol n'est pas encore connue

malgré tant de travaux importants, c'est qu'avant de fonder un système, il faut d'abord détruire les erreurs énormes qui ont été avancées par nos devanciers. Je vais vous en énoncer quelques-unes.

Peu de temps après la découverte des aérostats, on déclara que si les oiseaux volaient, c'est qu'ils étaient soutenus par de l'air chaud contenu dans les poches placées sous leurs ailes et dans les cavités de leurs plumes. Cette hypothèse ne résiste pas à une simple observation. L'air contenu dans les poches des oiseaux est à 43 degrés centigrades. Or, l'air des montgolfières, qui a environ 100 degrés, ne possède que 300 grammes de force ascensionnelle par mètre cube. Donc, si l'air des poches avait 100 degrés, ce qui n'est pas, il faudrait, pour enlever un pigeon de 300 grammes, que ses poches à air eussent la capacité d'un mètre cube.

Cette théorie est donc insoutenable.

Navier, dans sa réponse à M. de Chabrier, a déclaré qu'une hirondelle devait dépenser, pour voler, la force d'un cheval. Je ne suis pas capable de réfuter les calculs de Navier, je puis seulement dire que son Mémoire fourmille d'erreurs grossières au point de vue de l'observation. Ainsi, il dit que les oiseaux donnent bien plus de coups d'aile et se fatiguent bien plus, quand ils avancent, que lorsqu'ils restent en place. Je nie le fait absolument.

Une hirondelle, lancée à grande vitesse, agite à peine les ailes, tandis qu'elle en bat fréquemment et se fatigue beaucoup lorsqu'elle veut rester en face de son nid.

M. Bertrand, de l'Institut, a, du reste, réfuté en partie les résultats des calculs de Navier; en s'appuyant sur la transformation de la chaleur en mouvement, il a démontré que si un oiseau dépensait, pour voler, la force que Navier déclare indispensable, il faudrait non seulement qu'il brûlât ses aliments, mais que son corps tout entier fût réduit en cendres. Du reste, on entreprend actuellement des expériences pour savoir la force dépensée par les pigeons qui font le trajet de Paris en Belgique.

On pèsera un pigeon avant son départ et on le pèsera à l'arrivée ; on déterminera le travail nécessaire pour vaincre la résistance de l'air pendant son voyage, et il est évident qu'il ne pourra pas avoir dépensé une force supérieure à celle provenant de la différence entre les deux pesées.

J'arrive au mouvement même du vol.

M. Milne-Edwards, dans son Traité élémentaire de zoologie, a émis sur ce point une grosse erreur. Il dit : « Lorsqu'un oiseau veut

s'élever verticalement, il s'appuie sur ses ailes maintenues horizontales. »

Le fait est absolument faux, pour quiconque a vu un pigeon quitter la terre. Lorsqu'un pigeon veut s'élever, il place son corps obliquement, saute sur ses pattes, et monte suivant une ligne oblique, constamment parallèle au plan de ses ailes également obliques.

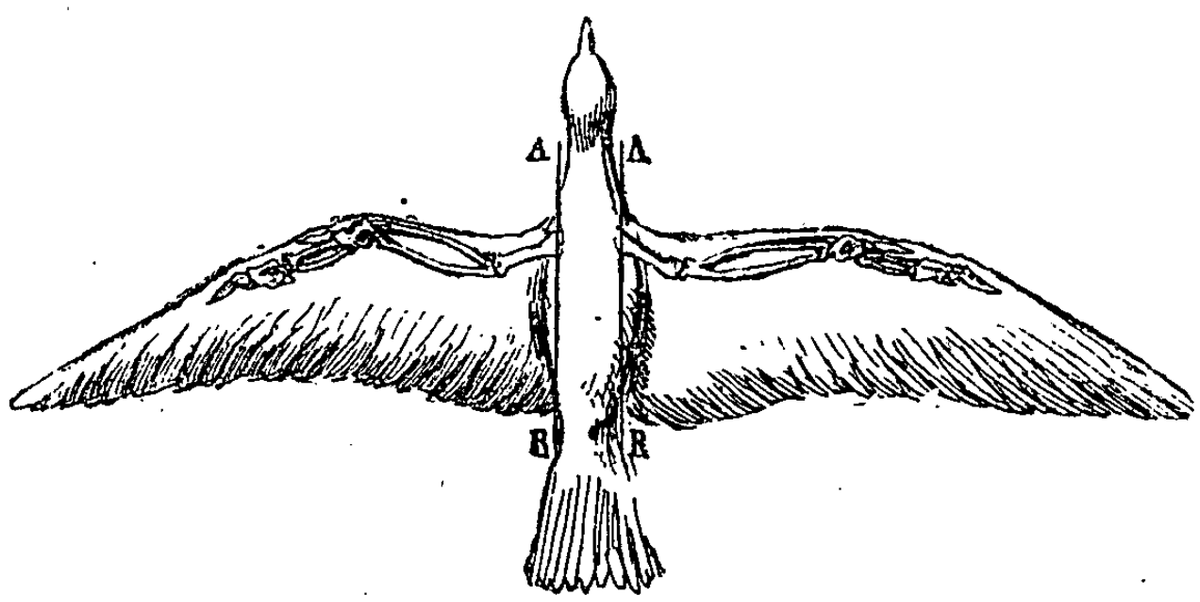
Du reste, MM. Marey et Pettigrew ont réfuté l'assertion de M. Milne-Edwards.

L'oiseau s'avance horizontalement, en glissant sur des ailes horizontales; mais comment se produit le mouvement en avant?

C'est ici que les auteurs ne sont plus d'accord. M. Marey dit que l'aile s'abaisse verticalement, en restant horizontale, mais que l'élasticité de la partie postérieure de l'aile produit un plan incliné sur lequel glisse l'oiseau. M. Pettigrew, au contraire, dit que la partie postérieure de l'aile descend plus vite que la partie antérieure.

Tout le monde est d'accord sur ce fait, qu'il y a un changement dans le plan de l'aile qui s'abaisse; mais on ne s'entend pas sur l'explication. Permettez à une femme, peu savante en géométrie, de vous présenter une théorie sur ce point.

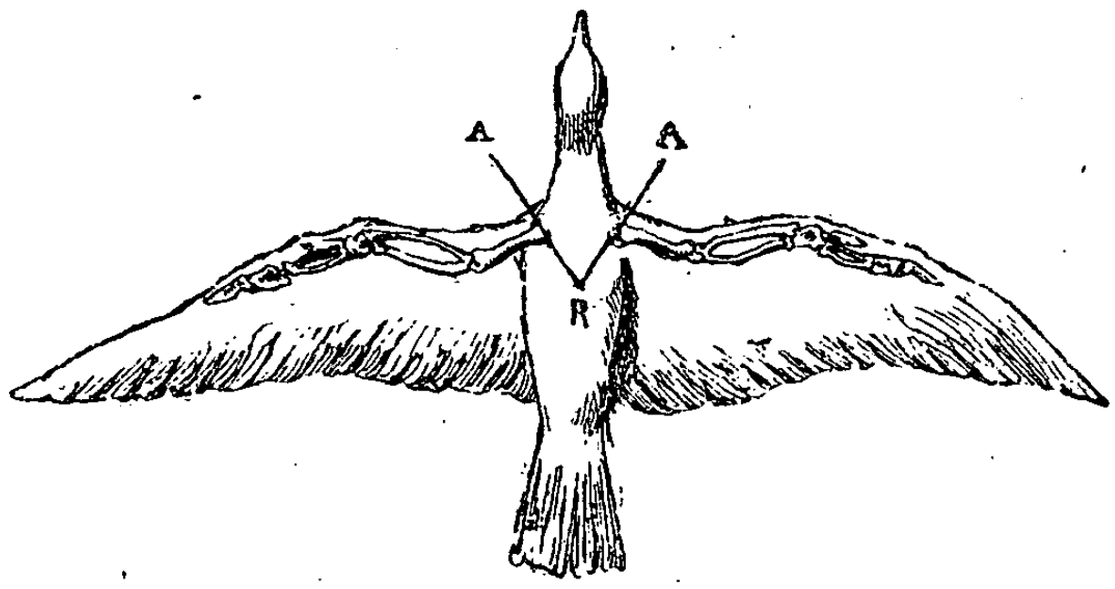
Lorsque deux surfaces planes tournent autour de deux axes parallèles, elles restent dans le même plan *(fig. 6)*; mais si les axes de rotation ne sont pas parallèles, les surfaces changent de plan. C'est ce qui arrive pour l'aile des oiseaux.



(Fig. 6.)

La surface de l'articulation de l'épaule n'est ni parallèle à l'axe du corps, ni perpendiculaire au bras *(fig. 7)*, d'où il résulte que les ailes tournent autour de deux axes obliques. Elles forment donc, en raison de la forme centrifuge, un courant d'air soufflant en arrière et en dehors; mais comme l'aile est plus creuse dans sa partie moyenne, l'air passe en entier par ce point, et les courants d'air produits par les deux ailes sont parallèles à l'axe du corps.

Mon mari, qui, dans l'élaboration de cette théorie, m'a grandement aidée de ses conseils, a fait construire un petit oiseau méca-



(Fig. 7.)

nique, basé sur les idées précédentes. Un modèle, déjà construit, quitte la terre très énergiquement, mais sa marche n'est pas régulière.

Un autre appareil est en construction, et il résoudra, je l'espère, la question de l'imitation mécanique du vol.

1re, 2e, 3e ET 4e SECTIONS RÉUNIES.

M. A. LAUSSEDAT,

Lieutenant-colonel du génie, Professeur au Conservatoire des arts et métiers de Paris.

Sur un appareil photographique destiné à l'observation des passages de Vénus.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

L'appareil que je propose pour observer photographiquement les passages de Vénus sur le disque du soleil, est fondé sur un principe assez connu aujourd'hui, mais dont j'ai le droit de revendiquer la priorité (1) et que je me contenterai d'abord de rappeler en quelques mots.

Une lunette fixe et horizontale, dont l'axe optique est dirigé dans le méridien ou dans le premier vertical, reçoit les rayons solaires

(1) Voyez les *Comptes-Rendus des séances de l'Académie des sciences,* t. LI, p. 444 et 994, t. LXVI, p. 487, t. LXX, p. 545 à 548 et t. LXXV, p. 565, et la *Revue des cours scientifiques,* du 21 mars 1868.

projetés par un héliostat dans cette direction. L'image du soleil, formée au foyer de l'objectif de la lunette et amplifiée au besoin, au moyen de l'oculaire convenablement réglé, est reçue sur une surface sensible dont le plan coïncide, soit avec le premier vertical, soit avec le méridien, selon la direction donnée à la lunette.

J'ai disposé, pour la première fois, un appareil de cette espèce, en Algérie, pour obtenir, avec le concours de M. Aimé Girard, des images photographiques de l'éclipse solaire du 18 juillet 1860, sur lesquelles il fut possible d'effectuer des mesures d'angles de position rapportées, soit au vertical, soit au méridien céleste du centre du soleil, plus exactement, à coup sûr, que si l'on eût fait usage d'une lunette montée équatorialement.

Cette expérience, pour ainsi dire improvisée (car nous avions eu quinze jours à peine pour faire les préparatifs de l'expédition en Algérie), ayant été très satisfaisante, j'ai songé depuis longtemps à l'appliquer à l'observation des passages de Vénus, et, dès l'été de 1869, je m'occupai de construire, à mes frais, un petit observatoire destiné à servir à tous les essais que je croyais nécessaires pour perfectionner les différentes parties de l'appareil. Il s'agissait notamment :

1° De choisir le meilleur procédé photographique à employer; 2° de reconnaître s'il valait mieux obtenir des images amplifiées au moyen de l'oculaire, comme nous l'avions fait en 1860, en Algérie, et en 1867, en Italie, ou bien employer des objectifs à longs foyers, et avoir ainsi du premier coup des images d'un diamètre assez grand pour pouvoir y mesurer micrométriquement, avec un degré d'exactitude suffisant, les distances du centre de la planète au bord du soleil; 3° d'étudier et d'arrêter le moyen d'enregistrer automatiquement les instants précis auxquels seraient obtenues les images que je crois utile de multiplier autant que possible.

Tous ces essais et ceux que des expériences suivies pourraient suggérer devaient être faits sur le disque solaire et sur les principales taches qui s'y seraient rencontrées.

Pour étudier dans son sanctuaire la photographie céleste, je m'étais rendu, au commencement de l'été de 1870, en Angleterre, où j'avais visité l'Observatoire héliographique de Kew, et reçu l'hospitalité la plus cordiale chez M. Warren de La Rue, qui avait pris la peine de m'enseigner lui-même ses excellents procédés.

J'étais à peine rentré de cette excursion, que la guerre éclatait au mois de juillet et m'obligeait à abandonner mes études pour prendre du service.

Dès qu'il m'a été possible de me remettre à l'œuvre, j'ai demandé

à MM. Brunner frères de réaliser les moyens mécaniques dont je comptais faire usage pour obtenir les images du soleil à des intervalles de temps réguliers et à des instants parfaitement déterminés.

Cette partie de l'appareil est assez avancée, mais les obligations que m'imposent les fonctions que je continue à remplir dans l'armée, m'ont empêché jusqu'à présent d'entreprendre les expériences que je devais commencer dès 1870, et la partie optique est tout entière à étudier.

Je vous devais cet exposé de faits pour vous expliquer pourquoi je ne suis pas en état de vous présenter, dès à présent, des épreuves photographiques, et pour vous prier d'excuser ce qu'il y aura nécessairement d'incomplet dans ma communication. Je n'essaierai pas moins de vous donner une idée suffisante de la disposition générale de l'observatoire que j'ai commencé à faire construire, expressément pour y installer les différents instruments qui constituent l'appareil tel que je l'ai projeté et qui pourrait être, qui sera sans doute imité, à quelques modifications près, dans les stations où l'on se proposera de faire des observations photographiques des passages de Vénus.

Description de l'observatoire photographique. — La figure que j'ai préparée *(pl. VII, fig. 1 et 2)* représente cette disposition générale en plan et en élévation.

Le premier pilier à gauche porte une petite lunette servant de collimateur C, dont le champ peut être éclairé de nuit au moyen d'une lampe *l*; vient ensuite la baraque méridienne au centre de laquelle est installé l'instrument des passages M et qui contient, en outre, dans l'un de ses angles, la pendule astronomique P; le pilier construit à droite de la baraque est destiné à supporter l'héliostat H; enfin, à une distance convenable de l'héliostat se trouvent le pilier de la lunette fixe L et la baraque photographique. Entre l'héliostat et la lunette fixe, mais beaucoup plus près de cette dernière, est placé un écran E, mobile le long d'un châssis vertical, indépendant du reste de l'appareil, et seulement réuni à la lunette par une coiffe d'étoffe noire.

L'alignement des piliers successifs est, selon le cas, dans la direction du méridien ou dans celle du premier vertical. Si le phénomène du passage doit avoir lieu vers le milieu de la journée, on choisit la direction du méridien, et la grande lunette fixe est toujours placée, par rapport à la baraque méridienne, du côté de la verticale où culmine le soleil; quand le phénomène arrive le matin ou le soir, on aligne les piliers dans la direction du premier vertical, en dispo-

sant celui de la lunette fixe à l'est de la baraque méridienne, si l'on doit opérer le matin, ou à l'ouest, si l'on doit opérer le soir.

Il est inutile, je pense, de justifier la préférence accordée aux quatre positions indiquées pour la lunette fixe, selon les circonstances, ou même le choix que j'ai fait des deux directions du méridien et du premier vertical. Chacun sait que ces deux directions sont celles que l'on détermine le plus sûrement, au moyen d'observations astronomiques, principalement la première.

Le cercle méridien que j'ai fait construire pour mes expériences, est muni d'un limbe horizontal sur lequel sont tracés quatre repères à angles droits, pour faciliter l'installation alternative de la lunette des passages, dans le plan du méridien et dans le premier vertical.

Longitude et latitude de la station. — Quand on est arrivé à la station qu'on a choisie, par des considérations dont nous n'avons pas à nous occuper ici, il faut, après avoir trouvé un emplacement convenable et s'être orienté avec assez de soin, installer, abriter et régler les instruments, étudier la marche de la pendule et déterminer, avec la plus grande précision possible, la longitude et la latitude géographiques de l'observatoire.

Je suppose ces observations préliminaires effectuées (bien que l'on puisse, pour plus d'exactitude, les poursuivre pendant toute la durée du séjour dans la station), et je me borne à ajouter que, pour régler l'axe optique de la lunette fixe *horizontalement* et *dans le méridien* ou *dans le premier vertical,* j'emploie un grand niveau *n* et le collimateur C réglé lui-même au moyen du cercle méridien. Je crois cependant devoir encore faire une remarque; si la lunette fixe est dirigée dans le méridien, un seul collimateur suffit et c'est le cas représenté *(fig. 1 et 2);* mais quand elle est dirigée dans le premier vertical, il serait peut-être bon d'employer deux collimateurs situés, l'un en face de la lunette fixe et l'autre dans le méridien, pour faciliter les changements de direction de la lunette des passages et pour éviter de multiplier outre mesure les observations astronomiques.

Obtention des images; marche des rayons lumineux dans l'appareil. — Admettons donc que tous les préparatifs soient terminés et qu'il ne s'agisse plus que de procéder aux expériences photographiques. Voyons d'abord dans quelles conditions on obtiendra les images du soleil.

A l'extrémité de la lunette qui est occupée habituellement par l'oculaire, on voit, sur la figure, une petite chambre obscure *b* qui repose sur le même pilier que la lunette fixe et qui est renfermée dans la baraque photographique. Cette baraque contient, en outre, dans des casiers appliqués sur ses longs côtés, une série de châssis

dans lesquels on peut disposer les plaques sensibilisées, de quelque nature qu'elles soient. L'un de ces châssis étant placé dans les coulisses du fond de la petite chambre obscure, réglée de position à la manière ordinaire, c'est-à-dire à l'aide d'un verre dépoli, et le volet qui recouvrait la plaque étant levé, si l'écran E vient à tomber et découvre pendant un instant très court l'objectif de la lunette fixe, les rayons réfléchis à la surface du miroir de l'héliostat atteignent la surface sensible et produisent une image du soleil que l'on peut immédiatement développer et fixer.

Je ne crois pas devoir entrer dans les détails relatifs à l'installation et à l'aménagement de la baraque photographique destinée aux manipulations. Je dirai seulement que cette baraque est précédée d'un tambour *(fig. 1 et 2)*; dont la porte est forcément refermée quand on ouvre celle du laboratoire, où la lumière n'entre que tamisée par les verres jaunes qui garnissent les fenêtres (1).

Le nombre des images à prendre pendant la durée du passage de Vénus pouvant être très considérable, comme nous le verrons plus loin, il est presque superflu de conseiller à ceux qui seront chargés de l'observation, de procéder avec le plus grand ordre et de numéroter les épreuves avec soin. Pour faciliter ces précautions et pour éviter la confusion, des deux casiers préparés pour recevoir les châssis et les plaques, l'un, celui de gauche, par exemple, serait destiné aux plaques à exposer, et celui de droite aux épreuves obtenues.

Le diamètre des images dépend naturellement du système optique de l'appareil.

Si l'on reçoit directement l'image du soleil qui se forme au foyer d'un objectif, ce diamètre sera assez petit, à moins qu'on n'emploie des objectifs de dimensions exceptionnelles. En désignant par l la longueur focale de l'objectif, le diamètre apparent du soleil étant de $32',5$ environ, au commencement de décembre, époque des prochains passages de Vénus, le diamètre de l'image focale sera égal à $l \times 32',5 \sin 1' = l \times 0{,}0095$ ou à très peu près au centième de la longueur focale de l'objectif.

Ainsi, un objectif de 0^m16 (6^{po}) d'ouverture et d'un peu plus de 2 mètres de distance focale, comme celui de la lunette représentée sur la figure, donnerait seulement une image de 2 centimètres de diamètre environ.

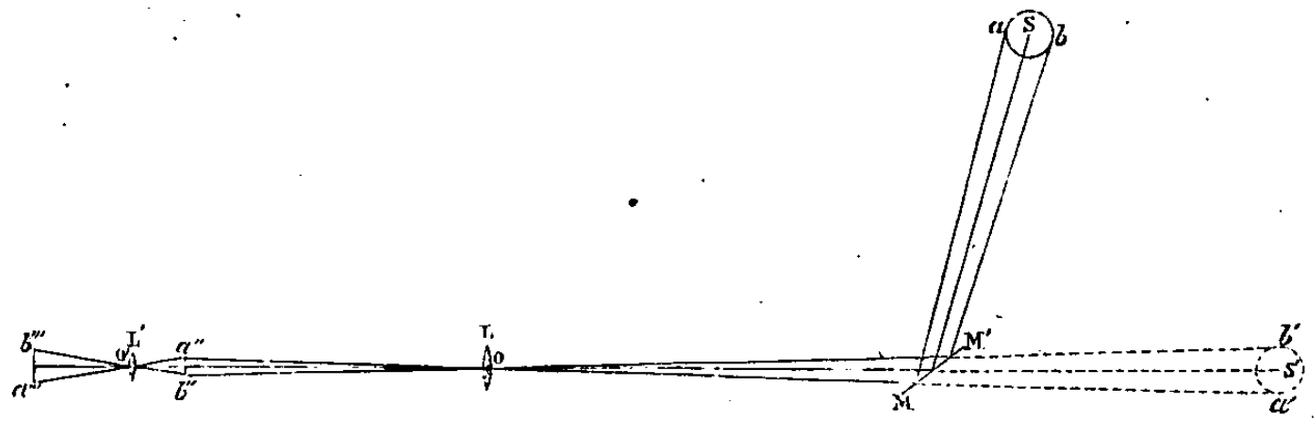
Pour obtenir des images d'un plus grand diamètre, on peut, ou

(1) Voir, sur le plan, la disposition des deux portes de la baraque photographique, qui retombent d'elles-mêmes.

bien accroître l'ouverture de l'objectif, ou bien amplifier l'image focale, à l'aide de l'oculaire.

Les objectifs d'une grande ouverture et de bonne qualité coûtent très cher, et je ne pouvais pas me permettre de les aborder. Ils exigeraient, d'ailleurs, l'emploi de miroirs d'héliostat d'une grande surface et, par conséquent, très difficiles à construire et à se procurer. Je m'en suis donc tenu à un objectif de 6 pouces, avec l'espoir, néanmoins, d'éclaircir la question, en essayant : 1° d'obtenir l'image directe de 2 centimètres de diamètre, et 2° d'amplifier cette image, au moyen de l'oculaire, jusqu'au diamètre de 6 à 10 centimètres.

Je n'examinerai pas ici les objections que l'on fait à l'amplification de l'image au moyen de l'oculaire ; je me contenterai de dire que la



(Fig. 8.)

meilleure manière, à mon avis, de se rendre compte de la valeur de ces objections serait de faire des expériences variées comme celles que j'avais projetées.

La figure 8 peut nous servir à suivre la marche des rayons solaires dans les deux cas de l'image obtenue directement au foyer de la lunette fixe ou de l'image amplifiée, au moyen d'un oculaire construit spécialement et réglé de position, ainsi que la glace dépolie de la petite chambre obscure.

Cette figure suppose que l'héliostat a été réglé, de son côté, de manière à ce que le centre de l'image du soleil soit situé sur l'axe optique de la lunette. Alors, OO′ étant cet axe optique dirigé horizontalement, MM′ le miroir de l'héliostat et S le centre du soleil, admettons que la figure soit construite dans le plan de réflexion du point S et que les deux points *a* et *b* soient, par conséquent, les extrémités du diamètre apparent de l'astre situé dans ce plan.

Les rayons réfléchis à la surface du miroir MM′ entrent dans la lunette, comme s'ils partaient de l'image virtuelle *a′b′* symétrique de *ab* par rapport au plan du miroir ; ils forment, au foyer de l'objectif, en *a″b″*, une image réelle inverse de la première. Cette image réelle peut être reçue directement sur une surface sensible, et répond au premier cas indiqué ci-dessus, ou bien, dans le second

cas, les rayons solaires continuent leur route et vont former une seconde image renversée de nouveau en $a''b''$ au foyer conjugué de l'oculaire, où l'on dispose verticalement la plaque sensible sur laquelle se produit l'image en épreuve négative.

Il est évident que, dans ce dernier cas, dont je m'occuperai plus particulièrement dans ce qui va suivre, le premier étant d'ailleurs tout aussi simple, les deux renversements successifs produits par l'objectif et par l'oculaire s'annulent, et que l'image $a''b''$, vue par transparence ou en épreuve positive, reste semblable à $a'b'$ ou symétrique de ab.

Orientation des taches ou du disque de Vénus sur les images du soleil. — La mesure micrométrique du centre du disque obscur de Vénus au bord le plus rapproché du soleil, effectuée directement pendant le passage, et l'heure précise à laquelle on opère cette mesure, en chaque station, sont les éléments principaux de l'observation qu'il s'agit de faire, en dehors des instants des contacts. La discussion des nombreuses observations de ce genre que l'on pourra effectuer pendant la durée du passage, permettra, sans doute, de calculer avec une grande précision cette durée, et d'obtenir la trajectoire apparente de la planète sur le disque solaire.

Ces résultats semblent devoir être atteints par la méthode photographique plus sûrement et plus complètement que par toute autre, puisque les mesures micrométriques pourront être réitérées autant de fois qu'on le voudra sur les épreuves. D'un autre côté, nous dirons bientôt comment les heures seront enregistrées automatiquement; enfin, la disposition de l'appareil permet encore de déterminer un troisième élément qui n'est point à négliger, et que les lunettes montées équatorialement ne sont pas en état de procurer aussi rigoureusement, je veux dire l'*angle de position* du centre de la planète (1).

Pour déterminer l'angle de position d'une tache du soleil que nous devions substituer, dans nos expériences, au disque de Vénus, nous aurions pu prendre, comme nous l'avions fait en Algérie, pour ligne de repère, le diamètre du soleil perpendiculaire au côté horizontal inférieur de la plaque de verre, recouverte de collodion, qui recevait l'image de l'astre. Ce côté était rodé avec soin, et la traverse des châssis sur laquelle il reposait était parfaitement dressée, mais il m'a semblé préférable de recourir à un réticule placé au foyer de

(1) Comme la trajectoire de Vénus sur le disque du soleil peut être considérée comme rectiligne et que son mouvement est sensiblement uniforme, cette double condition permettrait de discuter et de comparer entre elles toutes les observations des distances du centre de la planète au bord le plus voisin du soleil, mais la mesure directe de l'angle de position est, à la fois, un élément de vérification et de précision.

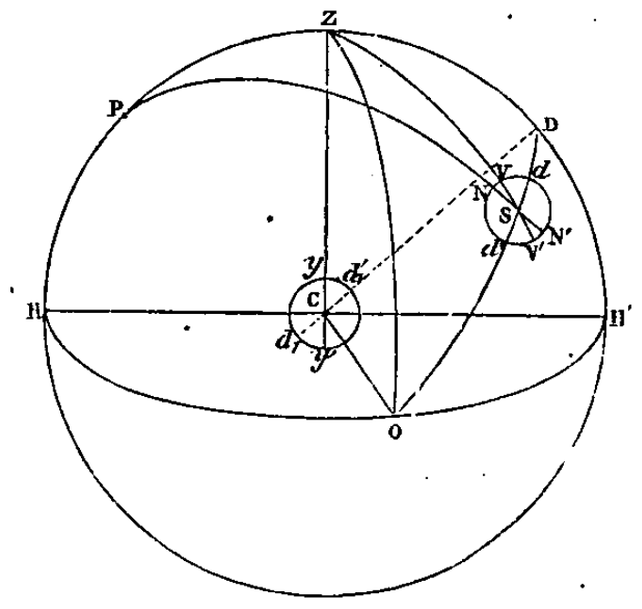
l'objectif. Ce réticule serait composé, à la manière ordinaire, de deux fils croisés à angles droits, dont l'un serait vertical et l'autre horizontal. Leur point d'intersection déterminerait l'axe optique de la lunette fixe dont la direction est réglée sur le collimateur C, et l'on réglerait, en outre, l'héliostat, de manière à amener le centre de l'image du soleil en ce point. Le fil vertical tracerait, sur cette image, un diamètre qui, s'il ne passait pas exactement par le centre, n'en fournirait pas moins une ligne de repère au moyen de laquelle, et en faisant la correction nécessaire, on parviendrait à tracer le diamètre vertical de cette image.

Il ne faut pas, toutefois, confondre ce diamètre avec celui qui correspond au plan vertical passant par le centre de l'astre; mais je vais montrer comment on peut passer du premier de ces diamètres au second, et ensuite à celui qui correspond au méridien céleste du soleil, c'est-à-dire comment on peut déterminer, sur les images photographiques, les deux points désignés par les astronomes sous les noms de *sommet* et de *nord* du soleil.

Supposons d'abord que le phénomène ait lieu le matin ou le soir, le soir, par exemple, et dans une station de l'hémisphère boréal.

Soient : C le centre de la sphère céleste; HPZH′ le méridien du lieu de l'observation, P le pôle élevé, Z le zénith, ZCO le premier vertical; enfin S la position du centre du soleil sur la sphère céleste à un instant déterminé *(fig. 9)*.

Remarquons tout d'abord que la ligne CO représente la direction qu'il faut donner à l'axe optique de la lunette, et que la plaque destinée à recevoir l'image du soleil doit être par conséquent placée



(Fig. 9.)

dans le plan du méridien HPZH′, le côté sensible tourné du côté de l'ouest O. En menant par le point S et par les points P, Z et O des arcs de grands cercles, nous déterminerons trois plans qui sont : le méridien céleste du soleil, le vertical de cet astre et le plan de

réflexion défini, en effet, par le centre S que l'on considère et par la direction CO du rayon réfléchi. Les traces de ces trois plans sur le disque du soleil donnent les deux diamètres NN′ et VV′ dont nous voulons trouver la position sur l'image photographique, et un troisième diamètre dd' qui, étant situé dans le plan de réflexion SCO, a pour image la trace même $d_1Cd'_1$ de ce plan dans le méridien HPZH′. Or, le plan de réflexion et le premier vertical passent tous les deux par la ligne CO perpendiculaire au plan du méridien ; par conséquent, CD, qui représente la direction du diamètre $d_1d'_1$ sur l'image photographique, fait avec la verticale CZ un angle égal à l'angle dièdre des deux plans ZCO et DCO ou à l'angle sphérique ZOD. Pour trouver cet angle qui déterminera sur l'épreuve la position du diamètre contenu dans le plan de réflexion par rapport au diamètre vertical, il suffit de résoudre le triangle ZSO dont le côté ZO est de 90° et qui est entièrement déterminé par les éléments connus ou calculés du triangle PZS. En effet, dans ce dernier triangle, on connaît PZ qui est le complément de la latitude du lieu, PS qui est la distance polaire du soleil et l'angle en P qui est l'angle horaire de cet astre correspondant à l'*heure vraie* du lieu au moment où l'image a été obtenue.

On peut donc calculer le côté ZS commun aux deux triangles PZS et OZS et l'angle PZS qui est égal à 90° ± l'angle OZS suivant que le soleil est au sud ou au nord du premier vertical.

Mais l'angle ZSO du triangle de même désignation mesure l'inclinaison du diamètre VV′ sur le diamètre dd' et détermine par conséquent la direction de VV′ sur l'image, quand $d_1d'_1$ y a été tracé.

Enfin, dans le calcul du triangle PZS, on obtient l'angle en S en même temps que l'angle en Z, ou bien l'angle des deux diamètres VV′, NN′, ce qui permet de rapporter immédiatement sur l'image la direction de ce dernier.

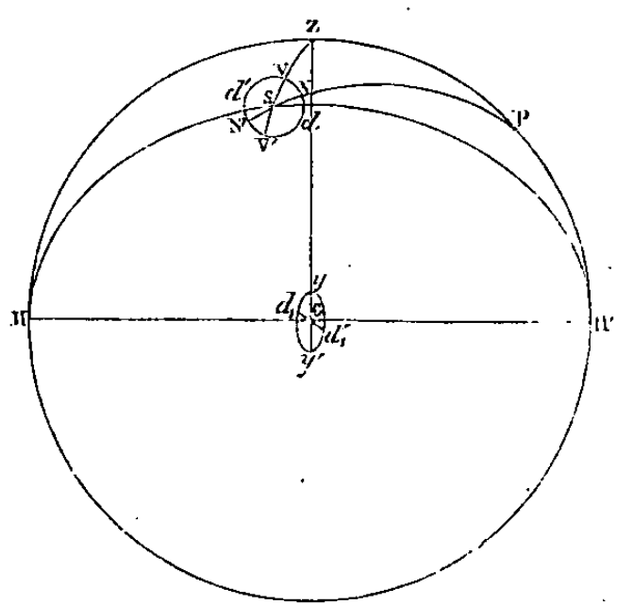
Nous ne proposons pas, bien entendu, de tracer effectivement toutes ces lignes sur les épreuves que nous conserverions, au contraire, parfaitement intactes ; les opérations graphiques qui se réduiraient, en définitive, à mener deux diamètres, le diamètre vertical et celui qui détermine le point nord du disque solaire, seraient remplacés par des mouvements angulaires des plaques fixées successivement sur un micromètre circulaire approprié à cette destination.

Il importerait, d'ailleurs, dans les opérations tant numériques que mécaniques, d'avoir égard au sens dans lequel doit se compter chacun des angles calculés, mais je ne crois pas devoir insister sur

ce point, qui n'embarrasserait pas les astronomes chargés d'effectuer les mesures et de faire les réductions (').

Je pourrais sans doute me dispenser aussi d'examiner le cas où le phénomène du passage de Vénus se produisant au milieu de la journée, la lunette fixe doit être dirigée dans le méridien ; aussi, me contenterai-je d'en dire quelques mots.

L'axe optique de la lunette se confondant alors avec la méridienne CH *(fig. 10)*, le plan de l'image est à son tour dans le premier vertical, et le grand cercle HSH' est le plan de réflexion du centre du soleil. La trace $d_1d'_1$ de ce plan sur celui de l'image fait avec le diamètre yy_1 un angle égal à l'angle dièdre H du triangle sphérique ZSH, dans lequel on connaît ZH = 90°, ZS complément de la hauteur du soleil et SZH azimut de cet astre au moment où l'image a été obtenue. L'angle ZSH de ce triangle ou son supplément est en outre égal à l'angle du diamètre $d_1d'_1$ de l'image avec le diamètre qui détermine le *sommet* du disque du soleil.



(Fig. 10.)

Enfin, le triangle PZS dont on connaît les trois côtés (colatitude du lieu, distance zénithale du soleil, distance polaire de cet astre), permet de calculer l'angle du méridien céleste et du vertical du soleil, d'où l'on déduit le point nord ou sud de l'astre. Le point nord ou le point sud étant trouvé sur chacune des images, l'angle de position d'une tache solaire ou, pour revenir à l'objet principal dont nous nous occupons, celui du centre du disque obscur de Vénus et la distance du même point au bord le plus voisin de l'image du soleil, complément de la distance de ce point au centre de cette image, seraient les coordonnées polaires au moyen desquelles on déterminerait, graphiquement ou par le calcul, la trajectoire du disque de la planète sur celui du soleil et, par suite, la durée du passage, durée

(') Voir la *Notice sur le sidérostat* dans la *Revue des cours scientifiques* du 21 mai 1868.

déduite de la comparaison des positions du disque de Vénus relevées sur deux épreuves photographiques et des temps correspondants, pourvu que ces temps soient assez distants l'un de l'autre.

Heures et nombre des observations. — Pour obtenir les heures des observations avec tout le degré de précision nécessaire, chaque épreuve photographique est obtenue au moyen de la chute d'un écran, déterminée par un courant électrique, dont l'action est réglée par la pendule astronomique, de minute en minute. L'état et la marche de la pendule étant parfaitement connus, par des observations méridiennes journalières faites avant le jour du passage et continuées encore après cette époque, on peut arriver aisément, croyons-nous, à garantir l'exactitude des heures pour chaque épreuve, à un dixième de seconde près, en temps absolu du lieu de l'observation. Quant au nombre des observations, on sait que, dans les stations favorisées où l'on pourra observer le passage depuis l'entrée jusqu'à la sortie de la planète, la durée du phénomène atteindra et dépassera même quatre heures. A raison d'une épreuve par minute, on pourra donc obtenir jusqu'à près de 250 épreuves dont la discussion permettra, sans doute, de déterminer la durée du phénomène avec une extrême précision.

Ici se bornent les renseignements que je suis en mesure de vous donner sur un appareil resté à l'état de projet ou du moins inachevé, par suite de circonstances indépendantes de ma volonté. En déterminant, pendant l'été de 1869, la longitude et la latitude de la station que j'avais choisie pour y installer mon observatoire photographique (1); en préparant, dès le commencement de 1870, les différentes parties de l'appareil, je pensais m'y être pris assez longtemps à l'avance pour avoir achevé en temps utile tous les essais, toutes les expériences nécessaires. Trois étés, trois saisons favorables se sont écoulées depuis cette époque, sans qu'il m'ait été possible d'entreprendre ces expériences; s'il m'était permis de les mettre en train et de les poursuivre avant notre prochaine session, je me ferais un devoir de vous entretenir de nouveau, et de vous faire connaître les résultats auxquels je serais parvenu.

Dans tous les cas, permettez-moi de vous faire remarquer que la méthode d'observation que je propose, que j'ai proposée dans les premiers mois de l'anné 1870, dans une lettre publiée par M. Faye, dans les Comptes-Rendus des séances de l'Académie des sciences, que cette méthode, dis-je, a pour caractère essentiel la *suppression de l'observateur* pendant la période critique, c'est-à-dire pendant la durée du pas-

(1) A Yseure, près Moulins (Allier).

sage. C'est dans l'installation de l'appareil, dans les observations méridiennes journalières et dans les expériences faites à l'avance sur des taches solaires, aux heures analogues à celles où le passage aura lieu, que l'astronome chargé de recueillir des épreuves photographiques devra apporter tout le soin et toute l'attention possibles. La situation nouvelle que les événements m'ont faite, ne me permet pas d'espérer que je pourrai prendre une part active à l'observation du passage de Vénus, mais je m'estimerais heureux d'avoir pu contribuer, pour si peu que ce fût, à aider ceux qui doivent entreprendre de longs et pénibles voyages pour mesurer la parallaxe du soleil, en indiquant une méthode qui me paraît destinée à donner des résultats d'une grande précision.

M. A. RATHEAU

Ancien élève de l'École polytechnique.

De l'opinion que les forteresses sont inutiles et même nuisibles.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

MESSIEURS,

Mon intention n'était pas d'élever la voix dans cette session; absorbé par les exigences nombreuses du service, je n'avais pas eu le temps de préparer quelques travaux commencés pour vous les exposer; mais certaines tendances venant du dehors m'ont décidé à vous présenter, en quelques mots, une réponse aux attaques dont les places fortes sont trop-souvent l'objet. Je ne vous détaillerai pas le rôle utile, indispensable même, qu'elles jouent dans les guerres défensives, et aussi dans les guerres offensives; il faudrait faire un traité de l'art de la guerre. Je me contenterai d'étudier les critiques dont elles ont été et sont encore l'objet, en vous demandant votre indulgence pour une note préparée bien à la hâte.

Voici ce que j'écrivais, il y a quelques années, à ce sujet (1):

« . . . . . .

» Les objections que l'on fait généralement contre les places fortes sont les suivantes : Elles coûtent fort cher à bâtir d'abord, puis ensuite à entretenir, et leur résistance n'est nullement en rapport avec les dépenses qu'elles occasionnent. Cependant, une fois tombées au pouvoir de l'ennemi, elles lui créent un lieu de dépôt, une base

(1) *Traité de fortification.* — Des places fortes, p. 204.

d'opérations qu'on lui enlèvera difficilement; tandis que souvent, au contraire, il sera assez fort pour mépriser ces obstacles ou annuler leurs garnisons, au moyen d'un corps d'armée suffisamment nombreux, pendant qu'il se portera au cœur même du pays. Puis, ces nombreuses garnisons, détachées de l'armée active, l'ont affaiblie, au point qu'elle ne peut résister à l'armée d'invasion.

» Les places exigent aussi, soit en matériel, soit en vivres, des approvisionnements immenses qui épuisent le pays. Pour toutes ces raisons, on doit se hâter de les démolir, de faire table rase, et de confier la défense non point à des masses inertes, mais à des troupes actives qui ne se tiendront plus timidement derrière un rempart, mais qui, armées et entretenues avec ce matériel et ces approvisionnements qui se pourrissaient à l'abri des murailles, se porteront résolûment au devant de l'ennemi et ne pourront manquer d'être victorieuses.

. » Moins absolus dans leurs idées, quelques-uns de nos adversaires ne repoussent pas la fortification permanente; mais ils voudraient seulement des places militaires. Les habitants des villes ne seraient plus alors soumis à des servitudes pénibles, et, au moment d'un siége, à des souffrances qui, presque toujours, hâtent l'époque de la reddition, tandis que, dans une place purement militaire, la défense pourrait être poussée jusqu'à ses dernières limites.

» ..... »

Examinons ces diverses propositions.

Les places fortes coûtent cher sans doute; mais qui donc regrette, aujourd'hui, les 140 millions dépensés dans les fortifications de Paris, qui ont permis à cette grande ville de retenir, quatre mois et demi, l'armée allemande devant ses murailles? J'ai entendu, il est vrai, des esprits chagrins soutenir qu'il eût mieux valu que cette résistance n'eût pas été possible. Autant dire qu'il eût été préférable d'abandonner, sans résistance, deux provinces et cinq milliards. Qui donc regrette les sommes dépensées à Belfort, grâce auxquelles nous avons pu conserver un lambeau de ces provinces? Si la fortune avait fini par nous être un peu plus favorable, ces places de Belfort, de Bitche, que nous conservions encore, cette place de Metz que nous aurions dû avoir aussi conservée, nous auraient puissamment aidés à recouvrer le territoire envahi.

La durée de la résistance n'est pas indéfinie, je le sais bien; mais elle ne dépend pas seulement de la fortification; elle n'est que trop souvent restreinte par des causes étrangères, j'allais dire par des fautes indépendantes de la fortification, par l'insuffisance et la mauvaise composition de la garnison, par le manque d'approvisionne-

ments, par la timidité des habitants, par la faiblesse ou l'incapacité des gouverneurs. Et, malgré ces obstacles, il y a eu depuis un siècle de belles et mémorables résistances, des résistances utiles surtout. Il suffit de citer les noms de Sarragosse, de Dantzig, de Sébastopol, de Paris, de Belfort, etc. L'Allemagne ne s'y trompe pas, et elle ne démantellera pas Metz et Strasbourg.

Voici une objection plus sérieuse, plus forte en apparence. Dans le système de guerre actuel, comme on agit avec des masses considérables, on passera entre les places fortes en les masquant et en annihilant leurs garnisons par des corps d'observation, on se jettera au cœur du pays que l'armée active, affaiblie, ne pourra pas défendre, et à la suite d'une victoire, et peut-être d'une paix onéreuse pour le vaincu, les places fortes et leurs approvisionnements tomberont au pouvoir de l'ennemi.

Il est évident que cette objection s'adresse spécialement à la France et aux invasions qu'elle a subies depuis quatre-vingts ans, aussi nous n'y répondrons pas d'une manière générale, ce qui serait facile cependant. Qui ne voit, en effet, que les garnisons des places fortes immobilisent une fraction supérieure de l'armée ennemie, gênent ses communications, appuient les nôtres, etc., etc.? Nous laisserons aussi de côté les invasions de 1792, de 1814 et de 1815; elles auraient leurs enseignements cependant; l'influence des places fortes n'y a pas été nulle, et si elle ne s'est pas montrée davantage en 1814, c'est que, par suite de l'agrandissement de l'Empire, toutes nos ressources militaires avaient été portées à l'extérieur, et que l'on avait négligé nos anciennes places fortes, ne pensant pas que l'ennemi pouvait un jour parvenir jusque sous leurs murailles. J'ai hâte d'arriver à la dernière guerre, à celle de 1870-71, qui sert aujourd'hui de base à une campagne pacifique, mais désastreuse si elle devait réussir, contre notre système de défense. Nos places fortes n'ont pas empêché nos malheurs, donc elles ont été inutiles, c'est-à-dire nuisibles. Je sais qu'il faut une explication à toutes choses; je sais qu'il faut toujours un coupable sur lequel la colère de la foule s'appesantisse, et que ce coupable n'est que trop souvent choisi d'une manière aveugle et passionnée. Les places fortes sont une de ces victimes. Mais leur chute n'est jamais que passagère, le calme renaît, le bon sens public revient, et une plus juste appréciation des choses amène un revirement heureux dans les idées.

C'est ce qui arrivera, c'est ce qui arrive déjà pour nos places fortes. Ceux qui les accusent, savent-ils bien leur histoire? Se sont-ils bien rendu compte du rôle qu'elles étaient appelées à jouer et de celui qu'on leur a imposé? En somme, une fortification est une arme que vous mettez entre des mains plus ou moins expérimentées, et elle ne

vaut que par l'emploi que l'on en sait faire. Est-ce la faute des fortifications, si ceux qui étaient chargés de la mettre en œuvre n'ont pas su s'en servir? Matériellement et moralement parlant, on n'avait rien fait pour préparer ces masses inertes, pour les garnir de ce qui en est l'âme et la force. Dans la plupart, le matériel et la garnison manquaient également; il y manquait surtout des gouverneurs fermes, instruits dans l'art de la défense, connaissant leur place et l'aimant *comme leur maîtresse,* ainsi que le demandait Vauban. Les unes regorgeaient de fusils, mais n'avaient pas de canons, ou, si elles avaient des canons, elles manquaient d'affûts, ou de fusées, ou de projectiles; les canonniers n'étaient pas en assez grand nombre. Dans d'autres, au contraire, on enfermait des corps d'armée qui dévoraient les approvisionnements destinés à la garnison : de là, de tristes et prématurées capitulations.

Mais ce sur quoi je ne saurais trop insister, c'est sur l'état moral des esprits. On vous l'a déjà dit, Messieurs, et je ne crois pas inutile de le répéter encore, une philanthropie généreuse peut-être, mais peu clairvoyante, nous prêchait sur tous les tons la paix universelle, comme si elle était possible sur cette terre. On amollissait ainsi les âmes, et on les rendait impropres aux fatigues et aux sacrifices qu'impose la guerre. Dans un autre ordre d'idées, conduisant malheureusement à ce même effet de défaillance, on attaquait la valeur de nos places fortes, on exagérait les effets des nouveaux projectiles, on effrayait les esprits à l'avance, on les préparait à toutes les faiblesses. Combien autre était l'esprit des petites républiques italiennes du quinzième et du seizième siècle! La cité était fortifiée, et chaque citoyen était prêt à donner tout ce qu'il possédait, à sacrifier sa vie, celle même de ses enfants, plutôt que de se rendre à un assiégeant. Voyez dans les commentaires de Montluc la défense de la ville de Sienne, et vous saurez ce que peut l'esprit de patriotisme. Nous n'avons pas besoin de remonter si haut pour le connaître; la guerre d'Espagne, au commencement de ce siècle, nous en a fourni de mémorables exemples, et nous a montré en même temps quelle est la puissance des forteresses. C'est à elles que l'Espagne a dû de nous lasser et finalement de nous vaincre, c'est-à-dire de nous forcer à abandonner son territoire. Je sais bien qu'un écrivain a avancé que si la guerre d'Espagne a traîné en longueur, si elle s'est transformée en une guerre de siége continuelle, si enfin elle n'a pas eu pour nous le succès désirable, ce fut le résultat des conseils intéressés des officiers du génie de l'armée. Il est, Messieurs, des accusations que l'on ne discute pas : c'est assez de les citer pour en faire justice.

Et dans cette triste campagne de 1870-1871, n'avons-nous pas, à

côté de fâcheuses défaillances, de glorieux et de mémorables exemples à citer? Le siége de Paris ne sera-t-il pas l'éternel honneur de la capitale et de la France entière, car tous, y ont pris part? Strasbourg, Bitche, Phalsbourg ont noblement résisté, et Belfort en 1871, comme Vincennes en 1814, vit flotter le pavillon national sur ses remparts jusqu'à la dernière heure de la lutte, qu'il soutint sans faiblir, ne la cessant que par ordre.

Quant aux bombardements, toute la question se réduit à celle-ci : la guerre exige l'énergie en même temps que l'abnégation; ayons ce double esprit si nous voulons tenir notre place dans le monde. Disons-le et répétons-le bien haut : le perfectionnement des armes entraîne fatalement de plus grandes destructions, demande de plus grands sacrifices. La guerre est d'ailleurs le règne exclusif de la force et la suppression de tout droit; il n'y a plus que le droit du plus fort, et pour lutter il faut joindre à l'énergie l'abnégation de soi-même. Ces sacrifices sont-ils d'ailleurs si grands? Mais si la crainte de perdre nos biens et nos maisons l'emporte sur l'amour de la patrie, si nous reculons devant les sacrifices, il ne nous reste plus qu'à tendre les mains au joug de l'étranger.

Nos forteresses n'ont donc pas été inutiles, et elles eussent rendu de bien plus grands services si on les avait employées avec sagacité, si on leur avait fait jouer leur véritable rôle.

Cela veut-il dire que leur fortification soit parfaite, qu'il n'y ait rien à y modifier, rien à y ajouter? Je suis loin de partager cette opinion, et en France, aussi bien qu'en Allemagne, de nombreuses études prouvent l'intérêt qui s'attache à cette question et l'importance qu'y mettent les officiers du génie. Seulement, le public n'est pas initié à nos travaux; on les ignore même trop souvent dans le corps du génie lui-même. Cet état fâcheux est la suite du système adopté depuis longtemps de proscrire les publications faites par les officiers, et particulièrement par ceux du génie. On croit ainsi soustraire à l'étranger des découvertes dont il pourrait profiter, et l'on se trompe; il parvient toujours à les connaître, et le seul résultat auquel conduit cette déplorable mesure est d'arrêter toute discussion, de tuer par conséquent le travail dans sa source. Le véritable stimulant de l'étude est, en effet, la publicité et la discussion qui en est la suite; la première garantit seule la propriété de l'œuvre; la seconde peut seule en assurer les résultats. Une des conclusions pratiques des considérations qui précèdent peut donc se résumer ainsi : il est désirable que, dans le domaine de la théorie, on laisse toute liberté aux officiers studieux d'écrire sur la science militaire sous leur seule et unique responsabilité.

Cette esquisse ne serait pas complète si je ne disais un mot encore à l'adresse de ces prétendus philanthropes qui, faisant deux parts de la nation, voudraient que les places fortes fussent exclusivement militaires. Nous repousserions cette idée, fût-elle pratique, à cause de cette scission; il faut qu'il y ait solidarité entre les citoyens d'une même patrie, et qu'ils sachent tous souffrir pour la cause sacrée qui les unit. Mais, en outre, le système des places exclusivement militaires est une utopie : ce qu'il faut fortifier, c'est ce que l'on appelle les nœuds stratégiques, les points de concours des routes, des chemins de fer, des canaux, des rivières. Or, en ces points sont justement les grandes villes, qui offriront d'autre part des ressoures incomparables pour la défense.

En résumé, et comme conséquence pratique de tout ce qui précède, je dirai : les fortifications sont nécessaires; elles sont forcément appelées à enceindre les grands centres de population; il faut donc habituer ces populations à l'idée des sacrifices qu'elles auront peut-être à faire, mais en cherchant à les alléger par une bonne combinaison d'ouvrages défensifs; il est donc indispensable, et ceci s'adresse plus particulièrement à l'Association française pour l'avancement des sciences, de favoriser les études des officiers sur ces questions, et la meilleure manière de les engager au travail est de leur laisser toute liberté à cet égard; les récompenses données à des travaux enfouis à tout jamais dans le fond d'un carton ne peuvent compenser les justes satisfactions dues à la publicité; celle-ci permet la discussion qui éclaire et engendre en même temps d'autres travaux. C'est cette liberté que nous appelons de tous nos vœux, sans exclure, bien entendu, les autres encouragements.

M. A. POTIER,

Ingénieur des mines.

Recherches sur l'intégration d'un système d'équations aux différentielles partielles à coefficients périodiques.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

Les diverses hypothèses que l'on peut émettre au sujet de la nature du milieu qui transmet la lumière, se traduisent par des équations différentielles déterminant la loi du mouvement des molécules de ce milieu, et dont les intégrales peuvent être soumises à des vérifications expérimentales.

Celles-ci permettront donc d'accepter ou de rejeter les équations différentielles proposées, à condition cependant que les procédés d'intégration suivis ne laissent aucun doute. Or, parmi ces équations, celles dont les coefficients sont périodiques ont donné lieu récemment à une discussion portant sur la méthode d'intégration; je vais indiquer brièvement sur quel point porte le débat, et je proposerai ensuite une autre méthode qui me paraît à l'abri de toute contestation.

Dans un Mémoire inséré dans le *Journal de mathématiques pures et appliquées* (1), M. Sarrau, après avoir exposé les raisons qui portent à penser que, dans les milieux cristallisés, les coefficients des équations différentielles du mouvement de l'éther doivent être périodiques, cherche à former, en suivant une méthode indiquée par Cauchy, les équations différentielles à coefficients constants auxquelles doivent satisfaire les valeurs moyennes des déplacements. Cette méthode consiste à développer, suivant des séries d'exponentielles imaginaires, les coefficients périodiques donnés, et les composantes des déplacements des molécules d'éther. Les équations ainsi obtenues se décomposent alors en autant d'équations qu'il faut prendre de termes dans ces séries, c'est-à-dire en un nombre infini d'équations, linéaires il est vrai par rapport aux inconnues; il est aisé de voir que lors même que les séries correspondant aux données, c'est-à-dire les séries suivant lesquelles se développent les coefficients périodiques définissant le milieu, n'ont qu'un nombre fini de termes, on est néanmoins obligé de considérer des séries indéfinies pour les déplacements, de sorte que, en aucun cas, le nombre des équations du premier degré à résoudre ne peut être fini; il n'est donc pas certain qu'on puisse étendre à ce nombre infini d'équations les conséquences qu'on pourrait tirer de l'examen d'un nombre fini d'équations.

En se bornant au cas pratique, où les coefficients périodiques se réduisent à un seul, la difficulté reste entière, et M. de Saint-Venant, dans un Mémoire *sur les diverses manières de présenter la théorie des ondes lumineuses* (2), paraît même penser que la méthode est inexacte. Voici, en effet, comment s'exprime le savant géomètre :

« Le seul coefficient périodique qui figure dans ses équations (celles de M. Sarrau) est l'inverse $\frac{1}{\rho}$ de la densité de l'éther ou plus généralement, comme il le suppose, une fonction de ρ appelée e. C'est à cette fonction de la densité affectant ainsi tout le second membre de ses équations, qu'il substitue sa valeur moyenne constante plus des termes périodiques, en faisant des substitutions semblables pour les déplace-

(1) Tome XII, année 1867, et tome XIII.

(2) *Annales de physique et de chimie*, cahier de mars 1872.

ments u, v, w, d'où il tire, à la manière de Cauchy, et pour les diverses formes cristallines, les équations avec déplacements moyens. Elles lui fournissent, pour la double réfraction et la polarisation rotatoire, etc., des lois de proportionnalité conformes aux expériences.

» Mais le facteur ρ aurait pu tout aussi bien être laissé dans le premier membre. En égalant à une quantité périodique, suivant l'hypothèse, cette valeur variable de la densité au lieu d'y égaler son inverse $\frac{1}{\rho}$, comme ρ affecte une dérivée seconde par rapport au temps, tandis que $\frac{1}{\rho}$, de l'autre manière, affectait des dérivées secondes par rapport aux coordonnées, on conçoit que le résultat ne soit pas le même, et qu'il rende ce dont on cherche la loi proportionnel à autre chose. C'est ce qui arrive en effet. De cette seconde manière, la plus naturelle des deux, se dégagent des lois fausses, contraires à l'expérience, et consistant en ce que le pouvoir biréfringent, au lieu d'être sensiblement indépendant de la longueur d'onde, serait en raison inverse du carré, tandis que le pouvoir rotatoire, qui est en raison inverse du carré de la longueur d'onde, serait en raison inverse de la quatrième. »

En un mot, la méthode d'intégration de Cauchy, appliquée à des équations identiques, conduirait à deux résultats opposés, suivant qu'un facteur serait placé dans un membre ou dans l'autre; s'il en était réellement ainsi, on aurait le droit de dire que les équations à coefficients périodiques n'ont pas été intégrées, et qu'elles n'ont, par suite, pas subi le contrôle de l'expérience.

J'espère donc que le travail suivant, bien qu'entrepris il y a longtemps déjà, et dans lequel je propose une autre méthode, aura quelque intérêt, d'autant plus que j'ai précisément placé le facteur ρ avec les dérivées relatives au temps, et que cependant les résultats de l'intégration concordent avec les lois connues.

Dans ce qui suit, u, v, w, désignent les composantes du déplacement d'une molécule d'éther; ρ, le quotient de la densité par l'élasticité, quotient qu'on suppose variable d'une manière périodique; il suffit, par suite, de connaître la valeur de cette fonction ρ dans l'intérieur d'un certain parallélipipède, pour en déduire sa valeur dans tout l'espace; ce parallélipipède sera appelé le volume élémentaire. Comme, de plus, on ne s'occupe, dans la théorie de la lumière, que de mouvements périodiques, on pourra toujours poser

$$\frac{d^2u}{dt^2} = -\alpha^2 u\,, \quad \frac{d^2v}{dt^2} = -\alpha^2 v\,, \quad \frac{d^2w}{dt^2} = -\alpha^2 w\,,$$

en désignant par α le quotient $\frac{2\pi}{\tau}$, τ étant le temps d'une vibration complète.

On se propose de chercher si les équations aux différentielles partielles

$$\Delta^2 u - \frac{d\theta}{dx} = -\rho\alpha^2 u,$$

$$\Delta^2 v - \frac{d\theta}{dy} = -\rho\alpha^2 v,$$

$$\Delta^2 w - \frac{d\theta}{dz} = -\rho\alpha^2 w,$$

dans lesquelles le symbole Δ^2 représente

$$\frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} + \frac{d^2}{dz^2} \quad \text{et} \quad \theta = \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz},$$

admettent un système d'intégrales de la forme

$$u = \mathrm{A}e^{mx+ny+pz}, \quad v = \mathrm{B}e^{mx+ny+pz}, \quad w = \mathrm{C}e^{mx+ny+pz},$$

m, n, p étant des constantes, A, B, C des fonctions périodiques comme ρ.

On voit immédiatement que si m, n, p sont différents de 0, ils doivent varier avec α, ainsi que A, B, C; de plus, les équations ci-dessus conservant la même forme lorsqu'on change les axes coordonnés, on peut toujours s'arranger de telle sorte que m et n soient nuls; on n'a donc à calculer que A, B, C, et p; en substituant à u, v, w les valeurs $\mathrm{A}e^{pz}$, $\mathrm{B}e^{pz}$, $\mathrm{C}e^{pz}$, dans les équations proposées, elles deviennent

$$\left.\begin{aligned}
&\Delta_2\mathrm{A} - \frac{d\Theta}{dx} + p\left(2\frac{d\mathrm{A}}{dz} - \frac{d\mathrm{C}}{dx}\right) + (p^2 + \rho\alpha^2)\,\mathrm{A} = 0\\
&\Delta_2\mathrm{B} - \frac{d\Theta}{dy} + p\left(2\frac{d\mathrm{B}}{dz} - \frac{d\mathrm{C}}{dy}\right) + (p^2 + \rho\alpha^2)\,\mathrm{B} = 0\\
&\Delta_2\mathrm{C} - \frac{d\Theta}{dz} - p\left(\frac{d\mathrm{A}}{dx} + \frac{d\mathrm{B}}{dy}\right) + \rho\alpha^2\mathrm{C} = 0
\end{aligned}\right\} \text{avec } \Theta = \frac{d\mathrm{A}}{dx} + \frac{d\mathrm{B}}{dy} + \frac{d\mathrm{C}}{dz}.$$

Développons A, B, C, p et p^2 suivant les puissances de α, et posons

$$\mathrm{A} = \mathrm{A}_0 + \mathrm{A}_1\alpha + \mathrm{A}_2\alpha^2 + \ldots$$
$$\mathrm{B} = \mathrm{B}_0 + \mathrm{B}_1\alpha + \mathrm{B}_2\alpha^2 + \ldots$$
$$\mathrm{C} = \mathrm{C}_0 + \mathrm{C}_1\alpha + \mathrm{C}_2\alpha^2 + \ldots$$
$$p = p_1\alpha + p_2\alpha^2 + \ldots$$
$$p^2 = \mathrm{P}_2\alpha^2 + \mathrm{P}_3\alpha^3 + \ldots$$

Si la forme des intégrales proposées est acceptable, on devra pouvoir trouver pour les A, B, C des valeurs périodiques comme ρ.

La substitution de ces valeurs dans les équations différentielles donne

$$\Delta_2 A_0 - \frac{d\Theta_0}{dx} = 0\,, \quad \Delta_2 A_1 - \frac{d\Theta_1}{dx} + p_1\left(2\frac{dA_0}{dz} - \frac{dC_0}{dx}\right) = 0\,,$$
$$\Delta_2 B_0 - \frac{d\Theta_0}{dy} = 0\,, \quad \Delta_2 B_1 - \frac{d\Theta_1}{dy} + p_1\left(2\frac{dB_0}{dz} - \frac{dC_0}{dy}\right) = 0\,,$$
$$\Delta_2 C_0 - \frac{d\Theta_0}{dz} = 0\,, \quad \Delta_2 C_1 - \frac{d\Theta_1}{dz} - p_1\left(\frac{dA_0}{dx} + \frac{dB_0}{dy}\right) = 0\,,$$

et en général

$$(1)\begin{cases}\left(\Delta_2 A_n - \dfrac{d\Theta_n}{dx}\right) + \sum\limits_{i=0}^{i=n-1}\left(2\dfrac{dA_i}{dz} - \dfrac{dC_i}{dx}\right)p_{n-i} + \sum\limits_{j=0}^{j=n-2} P_{n-j}A_j + \rho A_{n-2} = 0\,,\\ \left(\Delta_2 B_n - \dfrac{d\Theta_n}{dy}\right) + \sum\limits_{i=0}^{i=n-1}\left(2\dfrac{dB_i}{dz} - \dfrac{dC_i}{dy}\right)p_{n-i} + \sum\limits_{j=0}^{j=n-2} P_{n-j}B_j + \rho B_{n-2} = 0\,,\\ \left(\Delta_2 C_n - \dfrac{d\Theta_n}{dz}\right) - \sum\limits_{i=0}^{i=n-1}\left(\dfrac{dA_i}{dx} + \dfrac{dB_i}{dy}\right)p_{n-i}\,.\end{cases}$$

On pourra donc, de proche en proche, déterminer les A, B, C, si les équations ci-dessus sont compatibles; la condition de compatibilité s'obtiendra en différentiant la première par rapport à x, la seconde par rapport à y, la troisième par rapport à z, et ajoutant; cette somme comprendra les divers groupes $\left(\Delta_2 A - \dfrac{d\Theta}{dx}\right)$ ... qu'on devra remplacer par leurs valeurs; il restera comme équation résultante

$$(2)\quad d.\frac{\rho A_{n-2}}{dx} + d.\frac{\rho B_{n-2}}{dy} + d.\frac{\rho C_{n-2}}{dz} + \rho(p_1 C_{n-3} + p_2 C_{n-4} + \cdots + p_{n-2}C_0) = 0.$$

Cette équation peut se déduire directement d'ailleurs de l'équation

$$d.\frac{\rho\,dx}{dx} + d.\frac{\rho\,dy}{dy} + d.\frac{\rho\,dz}{dz} = 0\,.$$

De plus, on s'est imposé la condition que les fonctions A, B, C soient périodiques; par suite, toute intégrale, étendue au volume élémentaire d'une dérivée de fonction périodique étant nulle, l'intégrale, étendue au même volume des parties non différentiées des équations (1) et (2) devra être nulle; on fera la convention que le signe $[\Phi]$ représente la valeur $\iiint \Phi\, dx\, dy\, dz$ étendue au volume élémentaire. On aura donc

$$(3)\left[\sum_0^{n-2} P_j A_{n-j} + \rho A_{n-2}\right] = 0\,, \quad \left[\sum_0^{n-2} P_j B_{n-j} + \rho B_{n-2}\right] = 0\,, \quad \left[\rho C_{n-2}\right] = 0\,.$$

Quand les conditions (2) et (3) seront remplies, le système (1) admettra des intégrales périodiques.

Les premières équations à intégrer concernant A_0, B_0, C_0, qui doivent satisfaire aux conditions

$$\Delta_2 A_0 - \frac{d\Theta_0}{dx} = \Delta_2 B_0 - \frac{d\Theta_0}{dx} = \Delta_2 C_0 - \frac{d\Theta_0}{dz} = 0 ,$$

$$d\frac{\rho A_0}{dx} + d\frac{\rho B_0}{dy} + d\frac{\rho C_0}{dz} = 0 , \quad \left[(P_2+\rho)A_0\right] = \left[(P_2+\rho)B_0\right] = \left[\rho C_0\right] = 0 ,$$

des trois premières on déduit

$$A_0 = a_0 + \frac{d\varphi}{dx} , \quad B_0 = b_0 + \frac{d\varphi}{dy} , \quad C_0 = c_0 + \frac{d\varphi}{dz} ,$$

φ étant une fonction périodique, a_0, b_0, c_0 des constantes satisfaisant aux équations

$$(4) \qquad \frac{d}{dx}\cdot\rho\frac{d\varphi}{dx} + \frac{d}{dy}\rho\frac{d\varphi}{dy} + \frac{d}{dz}\rho\frac{d\varphi}{dz} + a_0\frac{d\rho}{dx} + b_0\frac{d\rho}{dy} + c_0\frac{d\rho}{dz} = 0 ,$$

$$(5)\ P_2 a_0 + \left[\rho\left(a_0 + \frac{d\varphi}{dx}\right)\right] = 0, \ P_2 b_0 + \left[\rho\left(b_0 + \frac{d\varphi}{dy}\right)\right] = 0; \ \left[\rho\left(c_0 + \frac{d\varphi}{dz}\right)\right] = 0,$$

équations qui déterminent complètement (voir la note 1) la fonction φ, la valeur de P_2 et les rapports $a_0 : b_0 : c_0$.

Substituant les valeurs ainsi obtenues dans les équations qui déterminent A, B, C, on aura

$$\Delta_2 A_1 - \frac{d\Theta_1}{dx} + p_1\frac{d^2\varphi}{dx\,dz} = 0 , \qquad \Delta_2 B_1 - \frac{d\Theta_1}{dy} + p_1\frac{d^2\varphi}{dy\,dz} = 0 ,$$

$$\left(\Delta_2 C_1 - \frac{d\Theta_1}{dz}\right) - p_1\left(\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{d^2\varphi}{dy^2}\right) = 0 ,$$

$$\rho p_1 C_0 + d\frac{\rho A_1}{dx} + d\frac{\rho B_1}{dy} + d\frac{\rho C_1}{dz} = 0 ,$$

$$P_3 a_0 + \left[(P_2+\rho)A_1\right] = 0 , \quad \left[P_3 b_0 + (P_2+\rho)B_1\right] = 0 , \quad \left[\rho C_1\right] = 0 .$$

Les intégrales générales des équations de la première ligne sont

$$(6) \qquad A_1 = a_1 + \frac{d\psi}{dx} , \quad B_1 = b_1 + \frac{d\psi}{dy} , \quad C_1 = c_1 + p_1\varphi + \frac{d\psi}{dz} ,$$

la fonction ψ et les constantes étant déterminées par les conditions

$$a_1\frac{d\rho}{dx}+b_1\frac{d\rho}{dy}+c_1\frac{d\rho}{dz}+\frac{d}{dx}\rho\frac{d\psi}{dx}+\frac{d}{dy}\rho\frac{d\psi}{dy}+\frac{d}{dz}\rho\frac{d\psi}{dz}+d\frac{p\varphi}{dz}+p_1\rho\left(c_0+\frac{d\varphi}{dz}\right)=0,$$

$$P_3a_0+P_2a_1+\left[\rho\frac{d\psi}{dx}\right]=0\,,$$

$$P_3b_0+P_2b_1+\left[\rho\frac{d\psi}{dy}\right]=0\,,$$

$$\left[(\rho c_1+p_1\rho\varphi)+\rho\frac{d\psi}{dz}\right]=0\,.$$

Voir la note 2.

En substituant ces valeurs dans les équations qui déterminent $A_2, B_2, C_2, P_2, \ldots$ et qui sont les premières du type le plus général, il vient d'abord :

$$\Delta_2A_2-\frac{d\Theta_2}{dx}+\frac{d^2}{dx\,dz}(p_1\psi+p_2\varphi)+P_2a_0+\rho A_0=0\,,$$

$$\Delta_2B_2-\frac{d\Theta_2}{dy}+\frac{d^2}{dy\,dz}(p_1\psi+p_2\varphi)+P_2b_0+\rho B_0=0\,,$$

$$-\left(\frac{d^2}{dx^2}+\frac{d^2}{dy^2}\right)(p_1\psi+p_2\varphi)+pC_0=0\,.$$

Ces équations admettent des intégrales périodiques, à cause de la manière dont φ et ψ sont déterminés. On commencera par déterminer trois fonctions périodiques A_2, B_2, C_2, satisfaisant aux équations

$$\Delta_2A_2+(P_2a_0+\rho A_0)=0,\quad \Delta_2B_2+(P_2b_0+\rho B_0)=0,\quad \Delta_2C_2+\rho C_0=0\,,$$

ce qui, à cause des équations (5), est toujours possible, et d'une seule manière. On posera ensuite

$$A_2=A_2+a_2+\frac{d\chi}{dx}\,,$$

$$B_2=B_2+b_2+\frac{d\chi}{dy}\,,$$

$$C_2=C_2+c_2+\frac{d\chi}{dz}+p_1\psi+p_2\varphi\,,$$

et on aura, pour déterminer ψ, a_2, b_2, c_2, les équations suivantes déduites des groupes (2) et (3).

$$d\frac{\rho A_2}{dx}+d\frac{\rho B_2}{dy}+d\frac{\rho C_2}{dz}+a_2\frac{d\rho}{dx}+b_2\frac{d\rho}{dy}+c_2\frac{d\rho}{dz}+\frac{d}{dx}\rho\frac{d\chi}{dx}+\frac{d}{dy}\rho\frac{d\chi}{dy}+\frac{d}{dz}\rho\frac{d\chi}{dz}$$

$$+\frac{d}{dz}(p_1\rho\psi+p_2\rho\varphi)+\rho p_1C_1+\rho p_2C_0=0\,,$$

$$P_1 a_0 + P_3 a_1 + P_2 a_2 + \left[\rho A_2\right] = 0 ,$$

$$P_1 b_0 + P_3 b_1 + P_2 b_2 + \left[\rho B_2\right] = 0 ,$$

$$\left[\rho C_2\right] = 0 ,$$

équations qui, comme les précédentes, détermineront encore les constantes P_4, a_2, b_2, c_2 et la fonction χ. On continuera ainsi indéfiniment.

Les valeurs de P_2 étant négatives, on déduit de chacune d'elles, pour p, une valeur imaginaire de la forme $S\sqrt{-1}$, et en suivant toutes les opérations indiquées, on verra que les quantités

$a_0 b_0 c_0$, $a_2 b_2 c_2$, P_2 , φ , P_4 , $A_0 B_0 C_0$, $A_2 B_2 C_2$ sont réelles.	$a_1 b_1 c_1 p_1 \psi$, p_3, P_3, $A_1 B_1 C_1$ sont imaginaires.

Les A_n, B_n, C_n étant réels ou imaginaires suivant que n est pair ou impair, on pourra écrire

$$A = M + iM' \quad \text{et} \quad p = \varpi + i\varpi' ,$$
$$B = N + iN' ,$$
$$C = P + iP' .$$

Si on ne considère que les valeurs moyennes des déplacements, c'est-à-dire les parties constantes des A, etc., on pourra les mettre sous la forme

$$u_0 + iu'_0 ,$$
$$v_0 + iv'_0 ,$$
$$w_0 + iw'_0 ,$$

la partie (u_0, v_0, w_0) étant un polynôme pair en α, et u'_0, v'_0, w'_0 étant impairs.

Quant à la valeur de $\frac{p}{\alpha}$, elle doit être paire et la partie réelle nulle, puisque les équations proposées ne contiennent que α^2; je démontre directement d'ailleurs, dans la note 2, que P_3 et par suite p_3 est généralement nul.

Les valeurs des u, v, w se présentent donc sous la forme

$$u = (u_0 + iu'_0) e^{i\varpi' z - \alpha i t} ,$$
$$v = (v_0 + iv'_0) e^{i\varpi' z - \alpha i t} ,$$
$$w = (w_0 + iw'_0) e^{i\varpi' z - \alpha i t} ,$$

ϖ' pouvant prendre deux valeurs (note 1) à chacune desquelles correspond un système de valeurs u, v, etc.

La partie réelle des u, v, w satisfait nécessairement aux équations différentielles proposées, puisque celles-ci sont à coefficients réels, donc

$$u = u_0 \cos(\varpi' z - \alpha t) + u'_0 \sin(\varpi' z - \alpha t),$$
$$v = v_0 \cos(\varpi' z - \alpha t) + v'_0 \sin(\varpi' z - \alpha t),$$
$$w = w_0 \cos(\varpi' z - \alpha t) + w'_0 \sin(\varpi' z - \alpha t);$$

ce qui représente une vibration elliptique, propagée avec une vitesse $\frac{\alpha}{\varpi'}$.

Et comme $\frac{\varpi'}{\alpha} = (p_1 + p_3\alpha^2 + \cdots) \times \sqrt{-1}$, et que p_1 peut prendre deux valeurs distinctes, on voit que deux vibrations, dont l'ellipticité est variable avec la longueur d'onde, peuvent être propagées par une onde parallèle au plan $z = 0$, avec deux vitesses différentes, et que la différence de ces vitesses contient un terme, le premier, qui est indépendant de la longueur d'onde, comme l'indique l'expérience.

Si l'on s'en tient aux premiers termes de toutes les séries, et par suite si on annule $u'_0, v'_0, w'_0 . p_3$, etc., la double réfraction persiste, mais la dispersion disparaît.

Des valeurs données dans la note 1 on pourrait, par des changements de coordonnées, déduire les vitesses correspondant à des plans d'onde quelconque. Mais, si l'on veut s'en tenir aux premiers termes, il vaut mieux substituer directement les valeurs générales de u, v, w, de la page 258, dans les équations différentielles développées suivant les puissances de α, et en suivant une méthode identique à celle développée plus haut, on trouve, pour déterminer les a_0, b_0, c_0 ou les coefficients des amplitudes, les équations

$$\lambda^2 a_0 - m(m a_0 + n b_0 + p c_0) = \mathrm{D} a_0 + \mathrm{K} b_0 + \mathrm{H} c_0,$$
$$\lambda^2 b_0 - n(m a_0 + n b_0 + p c_0) = \mathrm{K} a_0 + \mathrm{E} b_0 + \mathrm{G} c_0,$$
$$\lambda^2 c_0 - p(m a_0 + n b_0 + p c_0) = \mathrm{H} a_0 + \mathrm{G} b_0 + \mathrm{F} c_0,$$
$$\lambda^2 = m^2 + n^2 + p^2.$$

qui déterminent en même temps les deux vitesses avec lesquelles une onde plane peut propager des vibrations. On démontre aisément que ces équations conduisent à la surface d'onde de Fresnel, et placent la vibration normale au rayon dans le plan qui projette celui-ci sur le plan d'onde.

Cette forme étant moins commode que la première lorsqu'on ne considère qu'une onde particulière, je reprendrai pour la suite la première forme.

Les résultats ci-dessus ne peuvent être considérés comme acquis qu'autant que les rapports $a_0 : b_0 : c_0$ sont réellement déterminés par les équations (γ) de la note 1; mais l'orientation du plan d'onde, par rapport au milieu, peut être telle que ces trois équations se réduisent à deux, l'une déterminant P_2, l'autre fixant seulement le plan de la vibration. (C'est le cas général pour les milieux cubiques, le cas d'une onde bitangente à la surface d'onde pour les biaxes, ou d'une onde perpendiculaire à l'axe.) Désignons par M, M', M'', N, N', N'' les six intégrales qui entrent dans ces équations, elles prendront la forme

$$\begin{aligned}(P_2 + M)a_0 + N''b_0 + N'c_0 &= 0,\\ N''a_0 + (P_2 + M')b_0 + Nc_0 &= 0,\\ N'a_0 + Nb_0 + Mc_0 &= 0.\end{aligned}$$

Si l'on a $M''N'' = NN'$, et $MM'' - N'^2 = M'M'' - N^2 = -M''P_2$, les valeurs de P_2 seront égales, et il restera pour déterminer $a_0 : b_0 : c_0$ l'équation unique

$$N'a_0 + Nb_0 + M''c_0 = 0,$$

ces rapports sont donc indéterminés.

Si on veut alors déterminer les a_1, b_1, c_1 au moyen des équations (δ) de la note 2, celles-ci deviennent

$$\begin{aligned}M''P_3a_0 + N'(N'a_1 + Nb_1 + M''c_1) + p_1M''\left[\rho\frac{d\psi}{dx}\right] &= 0,\\ M''P_3b_0 + N(N'a_1 + Nb_1 + M''c_1) + p_1M''\left[\rho\frac{d\psi}{dy}\right] &= 0,\\ N'a_1 + Nb_1 + M''c_1 + \left[\rho\frac{d\psi}{dz}\right]p_1 + p_1\left[\rho\varphi\right] &= 0,\end{aligned}$$

multipliant respectivement ces équations par a_0, b_0 et $M''c_0$, ajoutant, il vient

$$M''P_3(a_0^2 + b_0^2) + p_1\left[a_0\rho\frac{d\psi}{dx} + b_0\rho\frac{d\psi}{dy} + c_0\rho\frac{d\psi}{dz} + \rho\varphi\right]M'' = 0.$$

L'intégrale entre parenthèses est toujours nulle (note 2), mais comme le rapport $a_0 : b_0$ n'est plus forcément réel, on ne peut plus poser $P_3 = 0$. Au contraire, en résolvant les équations (note 4)

$$(7)\quad \frac{M''\left(P_3a_0 + p_1\left[\rho\frac{d\psi}{dx}\right]\right)}{N'} = \frac{M''\left(P_3b_0 + \left[\rho\frac{d\psi}{dy}\right]p_1\right)}{N} = p_1\left[\rho\frac{d\psi}{dz}\right] + p_1\left[\rho\varphi\right],$$

on trouve $\frac{a_0}{b_0} = \pm\sqrt{-1}$ et une valeur réelle pour P_3, par suite, une valeur imaginaire pour p_2, changeant de signe avec $\frac{a_0}{b_0}$. Pour cette

orientation particulière, l'onde peut donc propager deux vibrations, dont la projection sur le plan d'onde est circulaire, à cause de $(a_0^2 + b_0^2) = 0$, et avec des vitesses différentes, le plan de la vibration étant $N'x + Ny + M'z = 0$, tant qu'on ne cherche pas une approximation plus grande.

On trouve pour p les deux valeurs $p_1 \pm \alpha p_2$, imaginaires toutes deux; si ϖ_1 et ϖ_2 sont les coefficients de $\sqrt{-1}$ dans p_1 et p_2, les valeurs des déplacements étant

$$u = a_0 e^{[(\varpi_1 \pm \varpi_2 \alpha)z - t]\alpha\sqrt{-1}},$$
$$v = \pm a_0\sqrt{-1}\, e^{[(\varpi_1 \pm \varpi_2 \alpha)z - t]\alpha\sqrt{-1}},$$

et les parties réelles de ces valeurs

$$u = a_0 \cos[(\varpi_1 \pm \varpi_2\alpha)z - t]\alpha,$$
$$v = \pm a_0 \sin[(\varpi_1 \pm \varpi_2\alpha)z - t]\alpha,$$

ce sont les équations de deux vibrations circulaires se propageant avec les vitesses $\frac{1}{\varpi_1 \pm \varpi_2\alpha}$, et dont les longueurs d'onde sont $\frac{1}{(\varpi_1 \pm \varpi_2\alpha)\alpha}$, et comme le pouvoir rotatoire est représenté par la différence des inverses des longueurs d'onde des deux rayons, il sera $\varpi_2\alpha^2$; il variera donc en raison inverse du carré de la longueur d'onde, puisque $\alpha = \frac{2\pi}{\tau}$.

Quand le milieu remplit certaines conditions de symétrie (s'il n'est pas mériédrique), la valeur de p_2 ou de P_3 est nulle, et le $a_0 : b_0$ est réellement indéterminé, ce qui est le cas le plus fréquent.

Il n'y a pas d'intérêt à continuer cette discussion, en examinant les termes qui dépendent des puissances supérieures de α ou de l'inverse de la longueur d'onde; le but principal que je me suis proposé paraissant atteint, puisqu'il ressort des calculs ci-dessus que, sous la seule réserve que les développements suivant les puissances croissantes de la longueur d'onde sont admissibles (et tous les géomètres ont dû faire cette hypothèse), les équations à coefficients périodiques rendent compte des phénomènes présentés par les milieux cristallins transparents.

NOTES.

Note 1.

Si une fonction périodique satisfait à l'équation différentielle

$$(\alpha) \qquad \frac{d}{dx}\rho\frac{dF}{dx}+\frac{d}{dy}\rho\frac{dF}{dy}+\frac{d}{dz}\rho\frac{dF}{dz}+U=0\,,^{(1)}$$

U étant une fonction périodique comme ρ; si V est une autre fonction périodique, $d\varpi$ l'élément de volume, et le signe $\int$ étant étendu au volume élémentaire qui détermine la périodicité, on aura

$$(\beta) \qquad \int U\,V\,d\varpi=\int\rho\left(\frac{dF}{dx}\cdot\frac{dV}{dx}+\frac{dF}{dy}\cdot\frac{dV}{dy}+\frac{dF}{dz}\cdot\frac{dV}{dz}\right)d\varpi\,.$$

Donc

1^{o} Si $U=0$, $V=F$, $\int\rho\left\{\left(\frac{dF}{dx}\right)^{2}+\left(\frac{dF}{dy}\right)^{2}+\left(\frac{dF}{dz}\right)^{2}\right\}d\varpi=0$, et par suite la fonction périodique satisfaisant à l'équation

$$\frac{d}{dx}\rho\frac{dF}{dx}+\frac{d}{dy}\rho\frac{dF}{dy}+\frac{d}{dz}\rho\frac{dF}{dz}=0\,,$$

est identiquement nulle; et l'équation (α) n'admet qu'une seule intégrale périodique. Si elle en admettait deux, leur différence satisfaisant à cette dernière équation devrait être nulle.

2^{o} L'équation (4) détermine donc complètement la fonction φ, et il est évident que si on pose

$$\begin{aligned}
&\frac{d}{dx}\rho\frac{d\varphi'}{dx}+\frac{d}{dy}\rho\frac{d\varphi'}{dy}+\frac{d}{dz}\rho\frac{d\varphi'}{dz}=-\frac{d\rho}{dx}\,,\\
&\frac{d}{dx}\rho\frac{d\varphi''}{dx}+\frac{d}{dy}\rho\frac{d\varphi''}{dy}+\frac{d}{dz}\rho\frac{d\varphi''}{dz}=-\frac{d\rho}{dy}\,,\\
&\frac{d}{dx}\rho\frac{d\varphi'''}{dx}+\frac{d}{dy}\rho\frac{d\varphi'''}{dy}+\frac{d}{dz}\rho\frac{d\varphi'''}{dz}=-\frac{d\rho}{dz}\,,
\end{aligned}$$

on aura $\varphi=a_0\varphi'+b_0\varphi'+c_0\varphi'''$.

(1) Dans ce qui suit, les fonctions périodiques, sauf ρ, sont supposées débarrassées de leurs parties constantes, qui n'entrent pas dans leurs dérivées.

Les équations (5) pourront donc s'écrire

$$(\gamma)\quad \begin{cases} a_0 P_2 + \left[\rho\left(\dfrac{d\varphi'}{dx}+1\right)\right]a_0 + \left[\rho\dfrac{d\varphi''}{dx}\right]b_0 + \left[\rho\dfrac{d\varphi'''}{dx}\right]c_0 = 0\,, \\ \left[\rho\dfrac{d\varphi'}{dy}\right]a_0 + b_0 P_2 + \left[\rho\left(\dfrac{d\varphi''}{dy}+1\right)\right]\alpha b_0 + \left[\rho\dfrac{d\varphi'''}{dy}\right]c_0 = 0\,, \\ \left[\rho\dfrac{d\varphi'}{dz}\right]a_0 + \left[\rho\dfrac{d\varphi''}{dz}\right]b_0 + c_0 P_2 + \left[\rho\left(\dfrac{d\varphi'''}{dz}+1\right)\right]c_0 = 0\,, \end{cases}$$

équations qui, après l'élimination des $a_0 : b_0 : c_0$, donnent une équation du second degré, dont les racines seront les valeurs de P_2.

Les neuf intégrales qui entrent dans ces équations se réduisent à six. En effet, si dans l'équation (B) on pose successivement $F = \varphi'$, $U = \dfrac{d\rho}{dx}$, $V = \varphi''$, puis $F = \varphi''$, $U = \dfrac{d\rho}{dy}$, $V = \varphi'$, il vient

$$\int d\varpi\,\rho\left(\frac{d\varphi'}{dx}\frac{d\varphi''}{dx}+\frac{d\varphi'}{dy}\frac{d\varphi''}{dy}+\frac{d\varphi'}{dz}\frac{d\varphi''}{dz}\right)=\int\varphi''\frac{d\rho}{dx}d\varpi=\int\varphi'\frac{d\rho}{dy}d\varpi\,.$$

D'ailleurs les intégrales $\int d\varpi\,\dfrac{d}{dx}\rho\varphi''$, et $\int d\varpi\dfrac{d}{dy}\rho\varphi'$, étant évidemment nulles, les deux intégrales qui entrent dans cette équation seront au signe près

$$\int\rho\frac{d\varphi''}{dx}d\varpi \quad \text{et} \quad \int\rho\frac{d\varphi'}{dy}d\varpi\,.$$

On démontrerait de même les égalités

$$\left[\rho\frac{d\varphi'}{dz}\right]=\left[\rho\frac{d\varphi'''}{dx}\right],\quad \left[\rho\frac{d\varphi''}{dz}\right]=\left[\rho\frac{d\varphi'''}{dy}\right].$$

Les premiers membres des équations (γ) sont donc les dérivées par rapport à a_0, b_0, c_0 d'un même polynôme du second degré; donc les rapports $a_0 : b_0 : c_0$ sont réels.

De plus, si l'on pose $F = V = \varphi'$, $U = \dfrac{d\rho}{dx}$, l'équation (β) devient

$$\int d\varpi\,\rho\left\{\left(\frac{d\varphi'}{dx}\right)^2+\left(\frac{d\varphi'}{dy}\right)^2+\left(\frac{d\varphi'}{dz}\right)^2\right\}=\int-\varphi'\frac{d\rho}{dx}d\varpi=+\int\rho\frac{d\varphi'}{dx}d\varpi\,;$$

donc les trois intégrales

$$\left[\rho\frac{d\varphi'}{dx}\right],\quad \left[\rho\frac{d\varphi''}{dy}\right],\quad \left[\rho\frac{d\varphi'''}{dz}\right]$$

sont positives, et les valeurs de P_2 seront toutes deux réelles et négatives.

Note 2.

L'équation (7) donne pour ψ une valeur composée de quatre parties. Si on désigne, en effet, par Ψ l'unique intégrale périodique de l'équation

$$\frac{d}{dx}\rho\frac{d\Psi}{dx}+\frac{d}{dy}\rho\frac{d\Psi}{dy}+\frac{d}{dz}\rho\frac{d\Psi}{dz}+\rho\left(c_0+\frac{d\varphi}{dz}\right)+d\frac{\rho\varphi}{dz}=0\,,$$

on devra poser

$$\psi=a_1\varphi'+b_1\varphi''+c_1\varphi'''+p_1\Psi\,,$$

et les équations (8) deviendront

$$(\delta)\begin{cases}P_3a_0+\left[P_2+\rho\left(\dfrac{d\varphi'}{dx}+1\right)\right]a_1+\left[\rho\dfrac{d\varphi''}{dx}\right]b_1+\left[\rho\dfrac{d\varphi'''}{dx}\right]c_1+p_1\left[\rho\dfrac{d\Psi}{dx}\right]=0,\\ P_3b_0+\left[\rho\dfrac{d\varphi'}{dy}\right]a_1+\left[P_2+\rho\left(\dfrac{d\varphi''}{dy}+1\right)\right]b_1+\left[\rho\dfrac{d\varphi'''}{dy}\right]c_1+p_1\left[\rho\dfrac{d\Psi}{dy}\right]=0,\\ \left[\rho\dfrac{d\varphi'}{dz}\right]a_1+\left[\rho\dfrac{d\varphi''}{dz}\right]b_1+\left[\rho\left(\dfrac{d\varphi'''}{dz}+1\right)\right]+p_1\left[\rho\varphi+\rho\dfrac{d\Psi}{dz}\right]=0\,.\end{cases}$$

Si l'on veut se servir de ces équations pour déterminer a_1, b_1, c_1, on voit que le dénominateur commun de ces inconnues est le même que celui des équations (γ) qui déterminent a_0, b_0, c_0; il est donc nul. Il est d'ailleurs évident, par la comparaison de ces deux groupes d'équations, que si a_1, b_1, c_1 satisfont aux équations (δ), $a_1+\lambda a_0, b_1+\lambda b_0, c_1+\lambda c_0$ y satisferont aussi, la fonction ψ sera augmentée de $\lambda\varphi$, et les A_1, B_1, C_1, respectivement de $\lambda A_0, \lambda B_0, \lambda C_0$; la comparaison des équations qui déterminent un A_n quelconque avec les équations qui déterminent A_0, B_0, C_0, montrent qu'il doit toujours en être ainsi, l'introduction de $\lambda A_0, \lambda B_0, \lambda C_0$ dans un groupe A_n, B_n, C_n revenant à multiplier les u, v, w par la constante $(1+\lambda\alpha^n)$.

La condition de compatibilité des équations (δ) s'obtiendra en les multipliant respectivement par a_0, b_0, c_0 les ajoutant en tenant compte des équations (γ) et des égalités démontrées entre les six intégrales; il vient

$$(\varepsilon)\qquad P_3(a_0^2+b_0^2)+p_1\left[a_0\rho\frac{d\Psi}{dx}+b_0\rho\frac{d\Psi}{dy}+c_0\rho\frac{d\Psi}{dz}\right]=0\,.$$

comme $P_3=2p_1p_2$, on voit que p_2 sera réel, puisque p_1 est de la forme $S\sqrt{-1}$.

La première équation de cette note détermine la fonction ψ ; comme elle est de la forme de l'équation (α), on en déduira

$$\int \rho d\varpi \left(\frac{d\Psi}{dx}\frac{d\varphi}{dx}+\frac{d\Psi}{dy}\frac{d\varphi}{dy}+\frac{d\Psi}{dz}\frac{dz}{dz}\right)=c_0\int \rho\varphi d\varpi .$$

D'autre part, l'équation (β) de la note 1 donne en faisant

$$U=a_0\frac{d\rho}{dx}+b_0\frac{d\rho}{dy}+c_0\frac{d\rho}{dz}, \quad \text{d'où } F=\varphi \text{ et } V=\Psi ,$$

$$\int \rho d\varpi \left(\frac{d\Psi}{dx}\frac{d\varphi}{dx}+\frac{d\Psi}{dy}\frac{d\varphi}{dy}+\frac{d\Psi}{dz}\frac{d\varphi}{dz}\right)=\int d\varpi \left(a_0\frac{d\rho}{dx}+b_0\frac{d\rho}{dy}+c_0\frac{d\rho}{dz}\right)\Psi .$$

Cette dernière intégrale est égale à

$$-\int d\varpi\,\rho\left(a_0\frac{d\Psi}{dx}+b_0\frac{d\psi}{dy}+c_0\frac{d\psi}{dz}\right);$$

donc en définitive

$$c_0\int d\varpi\,\rho\varphi+\int d\varpi\,\rho\left(a_0\frac{d\Psi}{dx}+b_0\frac{d\Psi}{dy}+c_0\frac{d\Psi}{dz}\right)=0 ,$$

et l'équation (ε) se réduit à

$$P_3(a_0^2+b_0^2)=0 ;$$

quand $a_0 : b_0$ est réel, P_2 et p_2 sont nuls.

Note 3.

Je donne ici la valeur de $P_4=2p_1p_3$ qui détermine la dispersion du milieu.

On déterminera une fonction Ω par la condition

$$\frac{d}{dx}\rho\frac{d\Omega}{dx}+\frac{d}{dy}\rho\frac{d\Omega}{dy}+\frac{d}{dz}\rho\frac{d\Omega}{dz}=d\frac{\rho A_2}{dx}+d\frac{\rho B_2}{dy}+d\frac{\rho C_2}{dz}+p_1\frac{d}{dz}\rho\varphi_1$$
$$+p_1^2\frac{d}{dz}\rho\Psi+p_1^2\rho\varphi+p_1\left(\rho\frac{d\varphi_1}{dz}+c_1\right),$$

φ_1 étant $a_1\varphi'+b_1\varphi''+c_1\varphi'''$, et il restera

$$P_4(a_0^2+b_0^2)+a_0\left[\rho\left(A_2+\frac{d\Omega}{dx}\right)\right]+b_0\left[\rho\left(B_2+\frac{d\Omega}{dy}\right)\right]=0 .$$

On peut s'assurer que les coefficients des P seront toujours $(a_0^2+b_0^2)$.

Note 4.

On a démontré dans la note 2 que l'équation de compatibilité (ε) se réduit à

$$P_3 (a_0^2 + b_0^2) = 0 ,$$

Il faut montrer que dans le cas où l'équation en P_3 admet deux racines égales, on doit avoir

$$a_0^2 + b_0^2 = 0 ,$$

et en général

$$P_3 \lessgtr 0 .$$

En effet, l'équation que définit la fonction Ψ montre qu'elle est de la forme

$$a_0 \Psi_1 + b_0 \Psi_2 + c_0 \Psi_3 ,$$

si les Ψ satisfont aux équations

$$\begin{aligned}
&\frac{d}{dx} \rho \frac{d\Psi_1}{dx} + \frac{d}{dy} \rho \frac{d\Psi_1}{dy} + \frac{d}{dz} \rho \frac{d\Psi_1}{dz} + d \frac{\rho\varphi'}{dz} + \rho \frac{d\varphi'}{dz} = 0 ,\\
&\frac{d}{dx} \rho \frac{d\Psi_2}{dx} + \cdots \qquad\qquad + d \frac{\rho\varphi''}{dz} + \rho \frac{d\varphi''}{dz} = 0 ,\\
&\frac{d}{dx} \rho \frac{d\Psi_3}{dx} + \cdots \qquad\qquad + d \frac{\rho\varphi'''}{dz} + \rho \frac{d\varphi'''}{dz} = 0 .
\end{aligned}$$

Les fonctions Ψ ainsi déterminées jouissent des propriétés suivantes:

$$\left[\rho \frac{d\Psi_1}{dx}\right] = \left[\rho \frac{d\Psi_2}{dy}\right] = \left[\rho \frac{d\Psi_1}{dy} + \rho \frac{d\Psi_2}{dx}\right] = 0 ,$$

$$\left[\rho \frac{d\Psi_1}{dz} + \rho \frac{d\Psi_3}{dx} + \rho\varphi'\right] = \left[\rho \frac{d\Psi_2}{dz} + \rho \frac{d\Psi_3}{dy} + \rho\varphi''\right] = \left[\rho \frac{d\Psi_3}{dz} + \rho\varphi'''\right] = 0 ,$$

qui se démontrent comme l'équation (ε) de la note 2.

Ainsi, en multipliant les deux membres de l'équation qui détermine Ψ_2, par φ''', et par φ'', les deux membres de celle qui détermine Ψ_3, intégrant dans le volume élémentaire

$$\left[\rho \frac{d\Psi_2}{dx} \frac{d\varphi'''}{dx} + \frac{d\Psi_2}{dy} \frac{d\varphi'''}{dy} + \frac{d\Psi_2}{dz} \frac{d\varphi'''}{dz}\right] = \int d\varpi \frac{\varphi'''}{\varphi''} d \frac{\rho\varphi''^2}{dz} = - \int d\varpi \rho\varphi''^2 \frac{d}{dz} \frac{\varphi'''}{\varphi''}$$

$$= - \int \rho \, d\varpi \left(\varphi'' \frac{d\varphi'''}{dz} - \varphi''' \frac{d\varphi''}{dz}\right)$$

et

$$\left[\varrho\left(\frac{d\varrho''}{dx}\frac{d\Psi_3}{dx}+\frac{d\varrho''}{dy}\frac{d\Psi_3}{dy}+\frac{d\varrho''}{dz}\frac{d\Psi_3}{dz}\right)\right]=-\int d\varpi\left(\varrho'''\frac{d\varrho''}{dz}-\varrho''\frac{d\varrho'''}{dz}\right)+\int d\varpi\varrho\varrho'''$$

Mais les deux intégrales du premier membre sont, à cause de l'équation (β) de la note 1, quand on y fait $F=\varrho'''$, $V=\Psi_2$, puis $F=\varrho''$, $V=\Psi_3$, respectivement égales à

$$-\int d\varpi\,\varrho\frac{d\Psi_2}{dz}\quad\text{et}\quad-\int d\varpi\,\varrho\frac{d\Psi_3}{dz}.$$

On a donc

$$\int\varrho\frac{d\Psi_2}{dz}d\varpi=\int d\varpi\,\varrho\left(\varrho'\frac{d\varrho'''}{dz}-\varrho'''\frac{d\varrho'}{dz}\right),$$

$$\int\varrho\frac{d\Psi_3}{dy}d\varpi=\int d\varpi\,\varrho\left(\varrho'''\frac{d\varrho''}{dz}-\varrho''\frac{d\varrho'''}{dz}\right)-\int d\varpi\varrho\varrho''',$$

ajoutant

$$\int\varrho\left(\frac{d\Psi_2}{dz}+\frac{d\Psi_3}{dy}\right)d\varpi=-\int d\varpi\varrho\varrho''',$$

et de même pour les autres relations à démontrer

En substituant à $\left[\varrho\frac{d\Psi}{dx}\right]$, $\left[\varrho\frac{d\Psi}{dy}\right]$, $\left[\varrho\frac{d\Psi}{dz}\right]$ dans les équations (7) les valeurs déduites des relations ci-dessus, il vient

$$\left[\varrho\frac{d\Psi}{dx}\right]=b_0\left[\varrho\frac{d\Psi_2}{dx}\right]+c_0\left[\varrho\frac{d\Psi_3}{dx}\right],$$

$$\varrho\left[\frac{d\Psi}{dy}\right]=a_0\left[\varrho\frac{d\Psi_1}{dy}\right]+c_0\left[\varrho\frac{d\Psi_3}{dy}\right],$$

$$\varrho\left[\frac{d\Psi}{dz}\right]=a_0\left[\varrho\frac{d\Psi_2}{dz}\right]+b_0\left[\varrho\frac{d\Psi_2}{dz}\right]+c_0\left[\varrho\varrho'''\right].$$

Mais les a_0, b_0, c_0 sont liés par la relation

$$N'a_0+Nb_0+M''c_0=0,$$

au moyen de laquelle on peut éliminer c_0; de sorte que

$$M''\left[\varrho\frac{d\Psi}{dx}\right]=-N'a_0\left[\varrho\frac{d\Psi_3}{dx}\right]+b_0\left\{M''\left[\varrho\frac{d\Psi_2}{dx}\right]-N\left[\varrho\frac{d\Psi_3}{dx}\right]\right\},$$

$$M''\left[\varrho\frac{d\Psi}{dy}\right]=a_0\left[M''\varrho\frac{d\Psi_1}{dy}-N'\varrho\frac{d\Psi_3}{dy}\right]-Nb_0\left[\varrho\frac{d\Psi_3}{dy}\right],$$

$$M''\left[\varrho\frac{d\Psi}{dz}\right]=a_0\left[M''\varrho\frac{d\Psi_1}{dz}+N'\varrho\varrho'''\right]+b_0\left[M''\varrho\frac{d\Psi_2}{dz}+N\varrho\varrho'''\right].$$

L'équation (7) de la page 264

$$M'' P_3 a_0 = N' p_1 \left[\rho \left(\frac{d\psi}{dz} + \varphi \right) \right] - M'' \left[\rho \frac{d\varphi}{dz} \right] p_1$$

se réduit alors, en tenant compte des relations établies ci-dessus entre les intégrales, à

$$a_0 M'' P_3 + b_0 p_1 \left[M'' \rho \frac{d\Psi_2}{dx} - N \rho \frac{d\Psi_3}{dx} + N' \rho \frac{d\Psi_3}{dy} \right] = 0 ;$$

l'autre équation donne

$$b_0 M'' P_3 + a_0 p_1 \left[M'' \rho \frac{d\Psi_1}{dy} + N \rho \frac{d\Psi_3}{dx} - N' \rho \frac{d\Psi_3}{dy} \right] = 0 ;$$

d'où l'on déduit

$$\frac{a_0}{b_0} + \frac{b_0}{a_0} = 0 \quad \text{ou} \quad a_0^2 + b_0^2 = 0$$

et

$$M_2'' P_2^3 = -p_1^2 \left[M' \rho \frac{d\Psi_2}{dx} - N \rho \frac{d\Psi_3}{dx} + N' \rho \frac{d\Psi_3}{dy} \right]^2 .$$

Comme p_1^2 est négatif, on voit que P_3^2 sera positif, et que P_3 sera réel et pourra prendre deux valeurs égales et de signe contraire, le signe de P_3 étant lié à celui de $\frac{a_0}{b_0}$. D'ailleurs $P_2 = 2 p_1 p_2$; p_2 sera donc imaginaire comme p_1 et changera de signe avec $\frac{a_0}{b_0}$.

La quantité

$$\left[M' \rho \frac{d\Psi_2}{dx} - N \rho \frac{d\Psi_3}{dx} + N' \rho \frac{d\Psi_3}{dy} \right]$$

indique donc par son signe et sa grandeur le sens et la rotation du plan de polarisation.

Si on considère un milieu à un axe et des ondes perpendiculaires à l'axe, ces formules se simplifient ; alors $N = N' = 0$, $c = 0$, et il reste

$$P_3^2 = -p_1^2 \left[\rho \frac{d\Psi_2}{dx} \right]^2 , \text{ d'où } p_2 = \pm i \left[\rho \frac{d\Psi_2}{dx} \right] \text{ ou } \mp i \left[\rho \frac{d\Psi_1}{dy} \right] ;$$

elles restent les mêmes s'il s'agit d'un milieu cubique.

Note 5.

Si l'on veut seulement se rendre compte des effets possibles de la périodicité, il est commode d'examiner le cas où ρ se réduit à la somme de trois fonctions $d'x$, $d'y$ et de z, les intégrations d'équations se réduisant alors à des quadratures.

5e SECTION.

Physique.

Président : M. LALLEMAND, doyen de la Faculté des sciences de Poitiers.
Secrétaire : M. A. VERGER.

M. le Dr René BENOIT.

Influence de la température sur la conductibilité électrique des métaux.

(Séance du 6 Septembre 1872.)

On sait qu'un conducteur oppose à la propagation d'un courant électrique qui le traverse une résistance qui dépend de sa section, de sa longueur, et d'un coefficient spécifique, désigné sous le nom de *coefficient de conductibilité*. Ce coefficient diffère d'un conducteur à un autre; et, pour un conducteur donné, il varie avec la température. On a reconnu depuis longtemps que, dans les métaux, la résistance augmente quand la température s'élève. MM. Becquerel et Matthiessen ont mesuré cet accroissement entre 0° et 100°, et M. Lenz jusqu'à 200°. Je me suis proposé d'étendre cette étude au delà des limites atteintes par ces observateurs, et de déterminer la marche de la conductibilité, dans les métaux, jusqu'aux températures les plus élevées.

La méthode que j'ai suivie est celle qui a été imaginée par M. Becquerel père, et perfectionnée plus tard par M. Edmond Becquerel. Le courant d'une pile est divisé en deux parties qui parcourent en sens contraires les deux fils d'un galvanomètre différentiel. Ces deux courants étant exactement équilibrés, l'aiguille reste fixé sur le zéro de la graduation. On interpose alors dans l'un des circuits le fil métallique à étudier, dont la résistance est R, à la température t; et on ramène au zéro l'aiguille déviée, en introduisant dans le second circuit une longueur l du fil d'un rhéostat, dont la résistance est évidemment égale à R. Aux températures t', t''..., on obtient des longueurs l', l''..., proportionnelles aux résistances correspondantes R′, R″..., et pouvant par conséquent leur servir de mesure. Il reste à

comparer ces résistances et à en déduire la loi de la variation. Cette méthode donne les valeurs des résistances indépendamment de l'intensité du courant employé, et élimine ainsi complètement les erreurs qui pourraient provenir des variations de la pile.

Le rhéostat se compose de deux fils de platine égaux, de 2 mètres de longueur, tendus parallèlement sur une règle horizontale qui porte une échelle métrique. Ces fils traversent une petite cuvette de liége remplie de mercure et mobile le long de la règle. Le courant, entrant par le premier fil, passe par le mercure et sort par le second fil ; en déplaçant la cuvette d'un nombre n de divisions, on augmente ou diminue la longueur du courant de la quantité $2n$. Il suffit de changer le diamètre des fils employés pour faire varier la portée ou la sensibilité de cet appareil entre des limites quelconques.

Le fil métallique à étudier est soudé, par chacune des extrémités, à un très gros fil de cuivre, de résistance négligeable, qui sert à y amener le courant; puis il est enroulé en hélice sur un tube en terre de pipe; enfin, il est porté à la température voulue de la manière suivante.

Dans un fourneau à gaz, à double enveloppe concentrique, est chauffée une grande bouteille en fer forgé de 0^m60 de hauteur. A son couvercle est fixé un moufle profond, qui plonge jusqu'auprès du fond de la bouteille, et qui reçoit le fil métallique enroulé sur son support et mis en communication avec la pile. L'espace annulaire existant entre la bouteille et le moufle est clos hermétiquement, et ne communique avec l'extérieur que par un tube étroit latéral. En remplissant cet espace de substances volatilisables, convenablement choisies, et les chauffant jusqu'à l'ébullition, on porte tout l'appareil à des températures déterminées et fixes, que l'on peut maintenir aussi longtemps qu'on le désire.

Les divers points fixes que j'ai adoptés sont les suivants :

Température ambiante, variant de 8° à 25°	
Ébullition de l'eau.....	100°
— du mercure.....	360°
— du soufre	440°
— du cadmium.....	860°

Une série de déterminations faites à ces différentes températures, sur un métal donné, permet de construire la *courbe des résistances,* et d'en calculer les éléments. On peut, en outre, par un réglage convenable de l'arrivée du gaz, amener l'appareil à une température stationnaire quelconque, que des thermomètres, plongés dans le moufle à diverses profondeurs, mesurent avec une exactitude suffisante

jusqu'à 310° environ; on obtient ainsi autant de points de la courbe qu'on en désire au-dessous de cette limite. Entre les points fixes supérieurs, il est facile de s'assurer que la fonction ne présente pas de points singuliers, en suivant la marche régulière de l'aiguille galvanométrique pendant l'échauffement ou le refroidissement lents de l'appareil.

Pour le mercure, je me suis servi de tubes capillaires de 0^m80 de longueur, coudés en forme d'U, et soudés par leurs extrémités à des entonnoirs cylindriques. Ils étaient remplis de mercure parfaitement bouilli et privé d'air, puis chauffés dans un bain d'huile. De gros fils de platine ou de fer y amenaient le courant.

Les résultats généraux obtenus sont les suivants :

La résistance croît avec la température, et l'augmentation, dans les différents métaux, n'est pas proportionnelle à leur résistance initiale. C'est ce qu'avait déjà constaté M. Becquerel. Il en résulte que les rapports entre les conductibilités des métaux changent avec la température.

La variation de la résistance, sous l'influence de la chaleur, est analogue à la variation du volume; elle peut s'exprimer par une terminologie parallèle, et se représenter par des formules de même forme que celles des dilatations.

Si l'on désigne par R_0 la résistance d'un fil métallique à 0°, par R sa résistance à $t°$, et par Δ l'accroissement de l'unité de résistance de 0° à $t°$, on a évidemment

$$R = R_0 (1 + \Delta).$$

Le rapport de l'accroissement Δ à l'intervalle de température t est le *coefficient moyen d'accroissement* de la résistance de 0° à $t°$. Ce coefficient varie avec t, et peut se représenter par une expression générale de la forme

$$\frac{\Delta}{t} = a + bt.$$

d'où

$$\Delta = at + bt^2.$$

Si R′ représente la résistance correspondante à la température t', le *coefficient vrai d'accroissement* de la résistance à $t°$, — c'est-à-dire l'accroissement de l'unité de résistance à zéro pour 1° situé au point t de l'échelle thermométrique, — est la limite vers laquelle tend l'expression

$$\frac{1}{R_0} \frac{R' - R}{t' - t}$$

quand t' se rapproche indéfiniment de t. On peut le représenter par

$$\frac{1}{R_0}\frac{dR}{dt} = \frac{d\Delta}{dt} = a + 2bt\,.$$

J'ai déterminé les constantes a et b, par un grand nombre d'observations, pour une vingtaine de métaux purs ou d'alliages. En général, b est petit, de sorte que, entre des limites restreintes de température, la courbe qui représente la fonction diffère assez peu d'une ligne droite. C'est dans le fer et l'acier que le rapport $\frac{\Delta}{t}$ varie le plus rapidement; il va en croissant avec la température :

Fer doux recuit :
- Coef. moyen entre 0° et 100° = 0,00510
- » » » 0° et 200° = 0,00568
- » » » 0° et 440° = 0,00709

On en déduit

$$a = 0{,}00452\,,$$
$$b = 0{,}0000058\,.$$

Pour l'acier, on trouve

$$a = 0{,}00498\,,$$
$$b = 0{,}0000074\,.$$

Le fer et l'acier sont d'ailleurs les métaux dans lesquels la conductibilité décroît le plus vite à mesure que la température s'élève : à 200°, leur résistance est plus que doublée. A l'autre extrémité de la série, se trouve le maillechort $a = 0{,}000356$, dont la résistance n'augmente que de $\frac{1}{5}$ environ de sa valeur primitive, lorsqu'on le porte de 0° à 600°. Entre ces termes extrêmes, se placent successivement, à partir du fer, — l'étain, le thallium, le cadmium (coefficient moyen entre 0° et 100° = 0,0046 — 44); — le plomb, l'aluminium, le zinc, le magnésium, l'argent (0,0041); — l'or, le cuivre (0,0037); — le palladium (0,00273); — le platine (0,00239); — le laiton (0,00160); — le mercure (0,00102); — le bronze d'aluminium (0,00100).

En général, le coefficient moyen augmente, comme pour le fer, avec la température; b est alors positif; exemple : or, mercure, etc. Plus rarement, b est négatif, et la courbe s'infléchit vers l'axe des t; exemple : palladium, platine.

Platine :
- Coef. moyen entre 0° et1 00° = 0,00239
- » » » 0° et 360° = 0,00224
- » » » 0° et 440° = 0,00219
- » » » 0° et 860° = 0,00194

On en déduit

$$a = 0{,}002454\,,$$
$$b = 0{,}000000594\,.$$

Tous les nombres ont été calculés en tenant compte de la correction nécessitée par le changement de volume du fil, correction qui prend une certaine importance pour les températures élevées. Indépendamment de la variation propre du coefficient de conductibilité, la résistance doit, en passant de 0° à $t°$, diminuer dans le rapport de 1 à $\frac{1+\delta t}{1+2\delta t}$, δ étant le coefficient de dilatation linéaire du métal considéré. Les résistances observées sont donc trop faibles; et pour obtenir les vraies *résistances spécifiques,* il faut les multiplier par le rapport inverse $\frac{1+2\delta t}{1+\delta t}$.

A ces déterminations, j'ai ajouté une mesure nouvelle de la résistance spécifique des métaux à la température 0°.

Si R est la résistance à $t°$ d'un fil métallique dont on a mesuré la longueur l et le poids P, on a, en appelant x la résistance spécifique du même métal, c'est-à-dire la résistance sous l'unité de longueur et l'unité de section :

$$R = x\frac{l}{s},$$

d'où

$$x = \frac{Rs}{l} = \frac{RV}{l^2} = \frac{RP}{Dl^2},$$

s, V, D représentant la section, le volume et la densité du fil. Cette formule, calculable par logarithmes, donne la résistance spécifique à $t°$; on la ramène à 0°, à l'aide des coefficients précédemment calculés. Ces résistances ont été comparées à celles du mercure, unité autrefois proposée par Pouillet, adoptée par Siemens, et à l'unité théorique absolue, dite *ohm,* proposée par l'Association britannique. Les résultats de ce travail seront publiés ultérieurement.

Je signalerai, en terminant, comme application de ces études, l'emploi qui pourrait être fait de la variation de la conductibilité dans un métal, comme indication thermométrique. Il serait facile de faire, par exemple, d'un fil de platine un pyromètre d'un usage empirique commode, d'une grande sensibilité, et propre à mesurer avec une approximation suffisante les températures les plus élevées.

M. A. LALLEMAND,

Doyen de la Faculté des sciences de Poitiers.

Sur la polarisation et la fluorescence de l'atmosphère.

(Séance du 6 Septembre 1872.)

L'étude assidue que je viens de faire de la polarisation atmosphérique, m'a conduit à la considérer comme un cas particulier du phénomène de l'illumination des corps transparents par la lumière naturelle. On sait, en effet, que si l'on place un ballon de verre sphérique, rempli d'un liquide incolore, sur le trajet d'un faisceau de rayons solaires rendus convergents par une lentille à long foyer, les molécules du liquide disséminent la lumière dans toutes les directions; et, tandis que le rayon incident ou transmis est neutre, les rayons disséminés par le liquide sont entièrement polarisés dans une direction normale au faisceau, et partiellement dans une direction oblique. Ces phénomènes s'expliquent simplement en admettant, comme Fresnel l'a démontré, que le mouvement vibratoire de l'éther est normal au rayon lumineux, et si l'on suppose, en outre, que cette illumination du milieu transparent est due à une simple propagation latérale du mouvement lumineux, il résulte de là que le cercle enveloppe des trajectoires elliptiques à orientation variable, qui caractérisent le mouvement d'une particule éthérée dans la lumière naturelle, apparaît de profil à l'observateur quand il vise normalement un rayon, et suivant une ellipse dont le grand axe reste constant, tandis que le petit axe varie avec l'inclinaison de la ligne de visée sur le filet lumineux. La proportion de lumière polarisée doit varier comme le sinus carré de l'angle que fait le rayon visuel avec l'axe du faisceau, ce qu'il est facile de vérifier avec le polarimètre d'Arago.

La polarisation de l'air s'explique de la même manière; tous les physiciens ont pu constater, après Arago, que la polarisation est maximum dans un plan normal au rayon solaire, et décroît à mesure que la ligne de visée s'éloigne de ce plan. Il est vrai que la proportion de lumière polarisée devrait rester constante, quand le polarimètre est dirigé suivant les diverses génératrices d'un cône droit dont l'axe est le rayon solaire lui-même, ce que l'expérience est loin de vérifier; mais il faut tenir compte de l'impureté des couches inférieures de l'atmosphère et des réflexions diffuses ou spéculaires dont les parti-

cules solides ou liquides qu'elle tient en suspension sont le siége. Ces particules, qui interviennent activement dans la formation des points neutres, comme je l'indiquerai tout à l'heure, n'ont aucune influence sur le phénomène principal de la polarisation atmosphérique. Il suffit, pour arriver à cette conviction, de remarquer que, lorsqu'une étroite ouverture se produit au sein d'épais nuages enveloppant tout l'horizon, le ciel, à travers cet hiatus, est aussi fortement polarisé que par un temps serein; et pourtant, dans ce cas particulier, l'illumination est due aux couches d'air pur situées au delà des nuages. Il en est de même quand le ciel est entièrement voilé par de légers cirrhus; le polariscope accuse encore une polarisation énergique, alors que la couche d'air subnébuleuse n'est pas directement éclairée par les rayons solaires; d'un autre côté, il arrive souvent qu'un nuage isolé, bas et épais, ne donne que de très faibles signes de polarisation, et quelquefois même n'en donne aucune trace, bien que la couche d'air qui le sépare de l'observateur soit directement illuminée et se trouve d'ailleurs dans une direction favorable.

Nous sommes donc conduits à admettre que la polarisation de l'atmosphère est le résultat d'une dissémination moléculaire, due sans doute à une condensation particulière de l'éther autour de chaque molécule aérienne. A ce point de vue, la lumière atmosphérique polarisée devrait être blanche, et c'est, en effet, ce qu'indiquent les couleurs complémentaires du polariscope à lunules. Lorsque les deux images sont en partie superposées, elles reproduisent de la lumière qui, par contraste, paraît sensiblement blanche. Jusqu'à ce jour, pourtant, les physiciens, avec Arago, ont regardé le bleu du ciel comme étant polarisé; il devrait alors se partager inégalement entre les deux images, suivant la position de l'analyseur, et les couleurs complémentaires du quartz différeraient beaucoup, dans certains cas, de celles qu'il donne avec de la lumière blanche. C'est ce qu'on vérifie aisément avec un polariscope dirigé vers une partie du ciel où la teinte bleue est intense, et un polarimètre qui vise au travers d'un large tube, dans une région nuageuse dont on polarise partiellement la lumière avec la pile de glaces, de manière à réaliser des conditions identiques. Si les quartz des deux appareils proviennent d'une même lame subdivisée, et ont par conséquent des épaisseurs égales; si, d'un autre côté, les sections principales des deux prismes analyseurs sont également inclinées sur le plan de polarisation de la lumière incidente, on reconnaît que les teintes de la double image sont différentes dans les deux appareils, et, pour les identifier, il suffit de placer, devant l'œil qui vise au travers du polarimètre, un verre coloré en bleu clair, ou, mieux encore, une auge étroite renfermant

un liquide bleu, dont on peut graduer la teinte par dilution. Lorsque, à l'aide de cet artifice, l'identité des couleurs a été réalisée, elle se maintient pour toutes les nouvelles positions que l'on donne aux deux analyseurs : le bleu de ciel est donc neutre et se partage également entre les deux images.

J'attribue la couleur bleue de l'atmosphère à un phénomène de fluorescence quinique ou hypochromatique, c'est-à-dire avec changement de réfrangibilité due à une absorption partielle des rayons chimiques ou ultra-violets. La plupart des liquides incolores et des solutions salines possèdent, à des degrés divers, cette espèce de fluorescence qu'on observe aisément avec des rayons ultra-violets polarisés, ou, plus simplement encore, en observant, avec un biprisme de Biot, le liquide illuminé par de la lumière naturelle. Lorsque la section principale du prisme est normale au faisceau lumineux, l'image extraordinaire ne s'éteint pas complètement et renferme toujours la moitié de la lumière neutre due à la fluorescence. Cette image est le plus souvent colorée en bleu clair, et cette nuance persiste quand on interpose sur le trajet du faisceau un verre violet foncé. On reconnaît ainsi que la fluorescence quinique est une propriété presque générale des substances incolores et diaphanes. Elle est énergique, par exemple, dans les sels d'alumine les plus purs en solution aqueuse; plus faible, quoique facilement observable, dans les sels ammoniacaux. On ne saurait nier, d'ailleurs, le pouvoir absorbant de l'atmosphère pour les rayons chimiques. M. Roscoe, en particulier, a prouvé combien le soleil couchant est pauvre en rayons de cette espèce. Il serait difficile, pour le moment, d'apprécier le rôle que jouent, dans cette absorption, les divers éléments de l'air et la vapeur d'eau. Une étude photographique plus approfondie du spectre chimique nous édifiera peut-être un jour à cet égard.

Pour compléter ce résumé de mes recherches, il me reste à dire quelques mots des points neutres : l'un, signalé par Arago, se trouve en moyenne à 150 degrés du soleil, dans le vertical qui contient cet astre et l'œil de l'observateur; le second, observé pour la première fois par M. Babinet, est à 17 degrés environ du soleil, dans le même plan et du même côté que le premier. Je ne cite que pour mémoire un troisième point de nulle polarisation, que M. Brewster aurait observé à 8 degrés du soleil, du côté opposé aux deux premiers; je n'ai pu, en aucune occasion, en constater l'existence. La formation des points neutres est toujours liée à deux polarisations inverses, en deçà et au delà de chacun de ces points. Arago avait reconnu, en effet, qu'au dessous du point neutre, l'air est polarisé dans un plan perpendiculaire à l'azimut solaire; j'ai pu vérifier qu'il en est toujours

ainsi pour le point neutre de M. Babinet. Ce point ne se produit bien nettement que lorsque le soleil est voisin de l'horizon, et, si le polariscope est armé d'un biquartz à rotations opposées, la sensibilité de l'instrument permet de reconnaître la polarisation inverse qui a lieu au-dessous de ce point.

La genèse des points neutres s'explique par l'intervention des poussières et corpuscules de toute nature, qui abondent dans les couches inférieures de l'atmosphère. Supposons, pour plus de simplicité, le soleil à l'horizon et l'observateur visant du côté opposé dans une direction horizontale. D'après les lois de l'illumination, l'air, dans cette direction, devrait être neutre au polariscope; mais la réflexion spéculaire qui, sous diverses incidences, se produit à la surface des poussières atmosphériques, détermine la formation de deux faisceaux lumineux horizontaux, convergents et symétriques, par rapport au vertical qui contient le soleil et l'observateur. La propagation latérale du mouvement lumineux, due à ces rayons ainsi déviés, a pour résultat de polariser horizontalement les couches d'air situées dans la région opposée au soleil. A une certaine hauteur au-dessus de l'horizon et dans l'azimut solaire, la propagation latérale due aux rayons directs engendre une polarisation verticale qui annule la première et donne naissance au point neutre d'Arago. Dans le cas particulier que je considère, si l'on dirige le polarimètre successivement vers tous les points de l'horizon, à partir du soleil, on constate que l'air est toujours polarisé dans un plan horizontal, et que la proportion de lumière polarisée croît graduellement jusqu'à 90 degrés, pour décroître ensuite très lentement et rester sensiblement constante à partir de 160 degrés.

Le point neutre de M. Babinet est produit par la même cause et s'explique de la même manière. Le soleil étant toujours supposé à l'horizon et le polariscope dirigé vers lui, les réflexions spéculaires formeront encore, au devant de l'observateur, deux faisceaux convergents et symétriques par rapport à l'azimut solaire; mais il est évident que l'épaisseur de ces deux faisceaux, dans le sens horizontal, sera bien moindre dans ce cas que précédemment. Pour une incidence déterminée et dans une couche parallèle à l'horizon, dont l'observateur est le centre, les poussières réfléchissantes qui concourent activement à la production des deux points neutres, sont réparties dans deux secteurs supplémentaires et inégaux. Le plus petit de ces deux secteurs, d'autant plus petit que l'angle d'incidence est plus voisin de 90 degrés, est celui qui concourt à la génération du point neutre de M. Babinet. Ce point devra donc être moins élevé au-dessus de l'horizon que celui d'Arago, comme l'indique l'expérience. Sans

entrer dans des détails que ne saurait comporter cette note, je ne puis m'empêcher de faire remarquer que ce nouveau point de vue justifie bien le déplacement du point neutre d'Arago, lorsque le ciel est en partie voilé par des nuages, et comment il est rejeté en dehors de l'azimut solaire, du côté opposé à la partie nébuleuse. Toutes les particularités du phénomène général de la polarisation de l'atmosphère et des points neutres viennent à l'appui de cette théorie, dans laquelle la réflexion et la réfraction n'interviennent que pour changer la direction des rayons solaires, sans être en aucune manière la cause efficiente de la polarisation aérienne.

M. J.-L. SORET.

Recherches sur l'intensité calorifique de la radiation solaire.

(Extrait.)

(Séance du 6 Septembre 1872.)

L'intensité calorifique de la radiation solaire a été l'objet d'un grand nombre de travaux dont je n'essaierai pas de faire l'historique. Cependant cette étude est encore loin d'être achevée; en particulier, on ne connaît qu'imparfaitement ce qui concerne l'influence de l'altitude du lieu d'observation et l'absorption que les rayons subissent en traversant les différentes couches de l'atmosphère.

Ce sont là les points que j'ai principalement cherché à éclaircir, et les résultats que j'ai obtenus jusqu'ici me paraissent présenter quelque intérêt, bien qu'ils ne donnent pas une solution complète du problème.

La détermination de la radiation solaire peut être entreprise à différents points de vue.

La chaleur envoyée par le soleil dans la direction de la terre subit de la part de l'atmosphère une action complexe. Une partie des rayons sont réfléchis soit lors de leur passage successif dans des couches d'air de densité inégale, soit par les particules solides ou liquides qui sont en suspension dans l'atmosphère. Une portion de cette chaleur réfléchie est renvoyée dans l'espace et perdue pour la terre; une autre portion y arrive après avoir subi une ou plusieurs réflexions. — En second lieu, une partie de la chaleur est absorbée par les constituants de l'atmosphère qui s'échauffent et rayonnent à leur tour soit vers la terre, soit vers l'espace. Les conditions dans lesquelles s'effectue cette absorption sont encore incertaines; on

connaît à cet égard les divergences d'opinion qui se sont récemment manifestées entre Magnus et M. Tyndall, particulièrement pour ce qui concerne la vapeur d'eau.

D'autre part, la terre elle-même et tous les corps qui composent sa surface rayonnent aussi de la chaleur dans toutes les directions ; mais une partie de cette chaleur est renvoyée à la terre par l'atmosphère.

On peut se proposer de mesurer l'effet total produit par les différentes radiations directes ou indirectes qui arrivent en un point donné de la surface terrestre. Beaucoup de recherches ont été dirigées en ce sens, et c'est peut-être le point de vue qui a le plus d'importance pratique pour la météorologie et l'agriculture.

On peut aussi chercher à mesurer l'intensité directe de la radiation solaire et les variations qu'elle éprouve dans son passage au travers de l'atmosphère. C'est à ce dernier point de vue que je me suis surtout attaché.

En outre, on peut se demander si l'énorme quantité de chaleur que le soleil envoie dans toutes les directions est constante. On a des raisons de croire qu'en moyenne la température du soleil n'a pas sensiblement changé depuis les temps historiques, mais il peut y avoir des variations momentanées en rapport, par exemple, avec les taches solaires. Pour répondre à cette question, il faudrait, surtout dans nos climats, avoir de très longues séries d'observations permettant d'arriver à éliminer, par des moyennes, l'influence variable et prépondérante qu'exerce l'état de l'atmosphère.

Les procédés que l'on a employés pour mesurer l'intensité calorifique de la radiation solaire, peuvent généralement se classer en deux méthodes principales : la *méthode statique* et la *méthode dynamique*.

Dans la méthode statique, on place deux corps dans des conditions identiques, sauf que l'un reçoit la radiation solaire et l'autre ne la reçoit pas : la différence de température prise définitivement par ces deux corps donnera une mesure de l'intensité de la radiation.

Dans la méthode dynamique, on mesure la vitesse de réchauffement d'un corps exposé au soleil.

J'ai adopté la méthode statique; elle présente sans doute quelques inconvénients, mais elle m'a paru plus convenable pour le but que je me proposais. En effet, la méthode dynamique exige des lectures de l'appareil faites à un instant précis, et sur les hautes montagnes. dans une position presque toujours mal commode, l'œil ébloui par l'éclat de la neige, il est difficile d'opérer avec une grande exactitude.

En second lieu, la méthode dynamique ne conduit pas à des obser-

vations continues : on n'obtient que des mesures séparées les unes des autres par un certain intervalle de temps.

En troisième lieu, les appareils tels que l'actinomètre d'Herschel ou les pyrhéliomètres de Pouillet, à côté de quelques défauts sur lesquels je n'insiste pas, me paraissent présenter une cause d'erreur commune. Le procédé consiste à observer pendant quelque temps la marche du thermomètre en interceptant le rayonnement solaire direct par un écran; puis à un instant donné on enlève l'écran, on observe l'échauffement obtenu au bout d'un certain temps; alors on replace l'écran et l'on observe de nouveau la variation de la température. Des deux observations initiale et finale de la marche du thermomètre quand l'appareil est à l'ombre, on tire la correction, souvent très considérable, qu'il faut appliquer à l'élévation de température obtenue pendant que le soleil agit. C'est, dans le fait, la méthode que l'on emploie pour les mesures calorimétriques; mais tandis qu'elle est exacte avec les calorimètres ordinaires dans lesquels la chaleur agit à l'intérieur de l'appareil, elle doit être inexacte si le calorimètre est échauffé par sa surface extérieure. En effet, prenant comme exemple le pyrhéliomètre de Pouillet, quand le vase métallique cylindrique rempli d'eau, qui forme la partie essentielle de l'appareil, est exposé au soleil, la surface extérieure de l'enveloppe métallique doit nécessairement prendre une température plus élevée que la surface intérieure de cette enveloppe qui est en contact avec l'eau; sans cela il n'y aurait pas de flux de chaleur de l'extérieur à l'intérieur. Or, comme c'est de la température de cette surface extérieure que dépend la perte ou le gain de chaleur que subit l'appareil par radiation et contact de l'air, indépendamment de l'action du soleil, on n'est pas en droit de calculer la correction à appliquer pour cette perte ou ce gain d'après les observations initiale et finale de la marche du thermomètre lorsque l'appareil est à l'ombre. Dans ce dernier cas, pour une même température de l'eau accusée par le thermomètre, la température de la surface extérieure de l'enveloppe métallique doit être plus basse que lorsque l'appareil est exposé au soleil. — Maintenant, cette erreur de la correction est-elle proportionnelle à l'intensité de la radiation solaire? Cela est peu probable, surtout si l'on opère à diverses altitudes, c'est-à-dire sous des pressions de l'atmosphère très différentes.

Les observations très nombreuses qui ont été faites et que l'on fait encore, en exposant au soleil un thermomètre dont le réservoir est tantôt noirci, tantôt verni, tantôt soumis à la pression de l'atmosphère, tantôt placé au centre d'une enceinte de verre où l'on a fait le vide, se rattachent à la méthode statique; mais ces mesures, très intéressantes au point de vue météorologique, sont tout à fait insuffisantes

pour la détermination de l'intensité de la radiation solaire directe. — On en peut dire autant des résultats obtenus avec le thermohéliomètre de de Saussure et la boule noire de de Gasparin.

Le procédé suivi, avec quelques variations, par Pouillet dans ses premières recherches, par M. Waterston et le R. P. Secchi, paraît plus propre à cette détermination. C'est aussi celui que j'ai adopté, en cherchant à éviter autant que possible toutes les causes d'erreur.

Méthode d'observation.

J'ai fait successivement construire deux appareils différents.

Petit actinomètre. — Le premier, dont je vais donner une description succincte, est disposé de manière à pouvoir être facilement transporté : je le désignerai, pour abréger, sous le nom de *petit actinomètre.*

Il est composé d'un tube en laiton de 35 millimètres de diamètre et de 0^m197 de longueur, fermé à l'une de ses extrémités et noirci intérieurement. L'extrémité ouverte est munie d'un diaphragme dont l'ouverture circulaire a $19^{mm}5$ de diamètre. Ce tube central est entouré d'une enveloppe concentrique en ferblanc de 90 millimètres de diamètre, et l'intervalle annulaire compris entre les deux cylindres, ainsi que l'espace qui sépare leur fond, est destiné à être rempli de glace pilée ou de neige.

L'ensemble de l'appareil est porté par un axe horizontal (à angle droit avec l'axe du tube central), dont les deux extrémités reposent sur les deux branches d'un support en bois. Cet axe, formé d'un côté d'un tube de laiton qui vient s'ouvrir dans le tube central, à une petite distance du fond, laisse passer la tige d'un thermomètre dont le réservoir se trouve disposé dans l'axe du tube central. Le thermomètre est mastiqué sur une pièce à vis, s'ajustant hermétiquement à l'extrémité de l'axe; son réservoir est sphérique, il a 8 millimètres environ de diamètre; le diamètre de la tige est de 6 millimètres. Le réservoir et la partie inférieure de la tige ont été vernis au bitume, puis recouverts d'une couche de noir de fumée déposé à la flamme d'essence de térébenthine.

On dirige l'actinomètre vers le soleil en l'inclinant plus ou moins et en disposant convenablement le support. Il est facile d'arriver à l'orientation et à la maintenir constamment, d'après l'ombre de l'appareil et quelques points de repère.

Quand l'axe est ainsi dirigé vers le soleil, le réservoir du thermomètre est exposé à la radiation solaire, et comme il est placé dans une enceinte maintenue à la température de la glace fondante, qui le préserve de la réverbération des corps avoisinants et du rayonnement des diverses parties du ciel, en même temps qu'elle l'abrite du vent et des

courants d'air, on peut admettre que la température que prend le thermomètre donne la mesure de la radiation solaire directe. Il faut toutefois effectuer quelques corrections dont il sera question tout à l'heure.

Lorsque l'actinomètre doit être transporté, on démonte le thermomètre et on le place dans un étui en ferblanc, dont les deux parties se vissent sur la pièce dans laquelle le thermomètre est mastiqué, de manière que le réservoir ne touche pas aux parois de l'étui, et que le vernis et le noir de fumée ne soient pas altérés pendant le transport (1). Tout l'appareil s'emballe dans une petite caisse en ferblanc, munie de bretelles pour le transport à dos d'homme.

On voit que cet appareil présente un grand rapport avec celui du R. P. Secchi (2); la différence principale consiste en ce que j'entoure le tube central de glace pilée, au lieu d'eau dont un second thermomètre donne la température. Cette dernière disposition, à moins que l'eau ne soit constamment agitée, laisse toujours une incertitude notable sur la température réelle de l'enceinte.

En choisissant la glace pilée plutôt que l'eau, j'avais espéré que, quelles que fussent les circonstances, la température de l'enceinte pourrait toujours être considérée comme constante. Mais dès mes premières observations (1866) j'ai reconnu qu'il n'en est point ainsi et que l'on commettrait des erreurs notables si l'on n'effectuait pas une correction. Il est facile, en effet, de s'assurer que lorsqu'on met le thermomètre à l'abri du rayonnement solaire en bouchant l'ouverture du tube central avec un couvercle en laiton, la température que le thermomètre accuse, est habituellement un peu supérieure à 0°, et que cet excès est variable suivant les circonstances de température extérieure, d'intensité de la radiation solaire, de réverbération, d'agitation de l'air, etc.

Pour obtenir des résultats exacts, il faut donc prendre la différence de la température que marque le thermomètre lorsque l'appareil, étant débouché, les rayons solaires frappent le réservoir, et de la température voisine de 0°, que prend le thermomètre lorsque l'appareil est bouché et maintenu dans les mêmes conditions que pendant l'observation précédente. Il faut avoir soin, pendant tout le cours de ces déterminations, de tasser la glace à des intervalles réguliers, par exemple de quatre en quatre minutes, tandis que l'on fait la lecture du thermomètre toutes les deux minutes, jusqu'à ce qu'il soit devenu stationnaire.

(1) Le dépôt de noir de fumée doit être souvent renouvelé, et il faut s'assurer qu'il est intact chaque fois que l'on monte l'appareil.

(2) Voyez *Le Soleil*, p. 266.

Il n'est cependant pas nécessaire, si l'on fait plusieurs observations consécutives dans le même lieu, de reprendre chaque fois la température l'appareil étant bouché, à moins que les circonstances atmosphériques aient beaucoup changé.

Cette correction effectuée, la température obtenue ne donne pas encore la mesure de l'intensité de la radiation; il faut faire une seconde correction pour l'influence de la pression atmosphérique. En effet, le contact de l'air ambiant contribue au refroidissement pour une proportion très notable, qui varie et qui augmente avec la pression atmosphérique. Il faut tenir compte de ces variations, surtout si l'on opère à des altitudes différentes. J'ai donc déterminé, par des expériences directes faites sur l'appareil lui-même, l'influence que la pression barométrique exerce sur la température prise par le thermomètre. Dans ce but, on a hermétiquement fermé l'ouverture du tube central avec une lame de verre que les rayons solaires traversaient pour tomber ensuite sur le thermomètre; on a mis l'intérieur de l'actinomètre en communication avec une pompe et un manomètre au moyen d'une tubulure à robinet dont l'appareil est muni (1). On a fait alors des séries d'observations tantôt en laissant le thermomètre sous la pression de l'atmosphère, tantôt en faisant un vide partiel, et l'on a comparé les résultats obtenus. On a trouvé ainsi que dans les limites de variation de pression que l'on peut atteindre sur les montagnes, si l'on désigne par θ la température observée sous une pression H, par Θ la température que, dans les mêmes circonstances, le thermomètre prendrait s'il était sous la pression de 760 millimètres, et par a un coefficient constant, on a :

$$\Theta = \theta - \theta a\,(760 - \mathrm{H})\,.$$

Le coefficient a, qui dépend de la forme et des dimensions du thermomètre ainsi que de la construction de l'appareil, est égal à 0,000352 pour mon actinomètre (2).

On peut ainsi corriger par le calcul les indications de l'instrument, et les ramener à ce qu'elles auraient été si le thermomètre eût été entouré d'air à la pression normale de 760 millimètres. Je crois pouvoir admettre que, cette correction effectuée, on obtient une mesure très approchée de la radiation solaire directe *actuelle*.

(1) Mon intention primitive était d'opérer toujours dans le vide, l'orifice de l'appareil étant fermé par une plaque en sel gemme; mais les essais que j'ai faits m'ont montré qu'il y aurait trop de difficultés pratiques à procéder ainsi.

(2) Ce résultat s'écarte de la loi de Dulong et Petit sur le refroidissement dans les gaz; mais il faut remarquer, en premier lieu, que dans l'actinomètre l'enceinte est formée d'un tube assez étroit qui doit gêner les mouvements de l'air, et, en second lieu, que la formule cesserait peut-être d'être exacte pour de plus grandes variations des pressions. J'ai constaté que la formule est exacte aussi pour mon second actinomètre, dont je parlerai plus loin; seulement la valeur de a est différente.

Maintenant, la distance du soleil à la terre variant suivant l'époque de l'année, il faut, si l'on veut pouvoir comparer l'intensité de la radiation dans diverses saisons, multiplier le chiffre qui exprime la radiation actuelle par le carré du rayon vecteur de la terre que donnent les tables de la *Connaissance des temps* pour le jour de l'observation. Sauf indication contraire, c'est toujours le chiffre ainsi corrigé que j'appellerai la radiation, et je le désignerai par la lettre T.

Pour avoir quelques données sur la nature de la chaleur arrêtée par l'atmosphère, j'ai souvent fait des mesures comparatives de l'intensité de la radiation tantôt en laissant arriver librement les rayons solaires sur le thermomètre de l'actinomètre, tantôt en les faisant passer d'abord au travers d'une couche d'eau de 6 centimètres environ. Cette eau, qui doit être parfaitement limpide, est contenue dans un large tube en laiton, fermé par deux lames de verre et s'ajustant devant l'orifice de l'actinomètre.

Soit T la mesure de la radiation dans le premier cas et t la radiation dans le second cas : le rapport $\frac{t}{T}$ sera d'autant plus grand que la proportion de rayons non absorbables par le tube plein d'eau sera elle-même plus grande. Or, l'eau comme le verre laisse librement passer la chaleur lumineuse, tandis qu'elle absorbe en grande partie la chaleur obscure et particulièrement les rayons les moins réfrangibles. Par conséquent, en faisant ces observations pour différentes hauteurs du soleil au-dessus de l'horizon, et pour différentes altitudes, c'est-à-dire pour différentes épaisseurs de la couche d'air traversée par les rayons, on obtiendra des indications sur la nature de la chaleur arrêtée par l'atmosphère.

Il faut remarquer que t ne donne pas exactement la mesure de la chaleur non absorbée par le tube plein d'eau : il y aurait à faire une correction relative aux réflexions qui se produisent sur les surfaces de séparation des milieux; mais comme cette correction serait sensiblement proportionnelle à la quantité de chaleur transmise, elle ne modifierait pas les conclusions que l'on peut tirer des résultats bruts.

Grand actinomètre. — Le second appareil que j'ai fait construire permet des déterminations plus précises que le petit actinomètre; mais ses dimensions et sa construction générale ne le rendent pas propre à être transporté et à pouvoir servir en tout lieu. Je vais indiquer brièvement quelle est la disposition générale de cet appareil, qui est installé maintenant dans l'une des coupoles de l'Observatoire de Genève.

Il est formé d'un réservoir cylindrique en laiton, de 0^m15 de diamètre et 0^m30 de longueur, dont l'axe peut être exactement dirigé

vers le soleil. Dans ce réservoir circule un courant d'eau, fournie par les conduites de la Ville; l'eau, amenée par un tube de caoutchouc, arrive par le point le plus bas et ressort par le point le plus haut. De plus, ce courant d'eau détermine automatiquement et périodiquement le passage d'un courant d'air, dont les bulles agitent fortement la masse d'eau. Voici comment se produit ce courant d'air. Avant d'arriver à la tubulure inférieure du réservoir cylindrique, l'eau passe par un bout de tube de verre de 2 centimètres de diamètre environ, auquel aboutit également un tube en caoutchouc dont l'autre extrémité, relevée au-dessus du niveau supérieur de l'appareil, communique librement avec l'atmosphère. La tubulure supérieure, par laquelle l'eau ressort du réservoir, est munie d'un tube de caoutchouc descendant, formant un syphon susceptible de débiter une quantité d'eau plus forte que celle qu'on laisse arriver dans l'appareil. — On comprend que l'eau introduite par le bas commence à remplir le réservoir, en chassant l'air qu'il contient; quand tout l'air est expulsé, l'eau sort par la tubulure supérieure, le syphon s'amorce, et comme il débite plus d'eau qu'il n'en arrive, il se fait le vide dans l'appareil. Sous l'influence de cette succion, une certaine quantité d'air pénètre rapidement par le tube qui communique avec l'atmosphère et agite fortement l'eau. Cet air, arrivant à la partie supérieure du réservoir, désamorce le syphon, qui s'amorce de nouveau au bout de quelques instants, lorsqu'il est arrivé une quantité d'eau suffisante.

On obtient ainsi, dans le réservoir cylindrique, une température égale et très peu variable pendant la durée des observations.

Maintenant, au lieu d'avoir, comme dans le petit actinomètre, un seul tube dont l'axe coïncide avec celui du cylindre, et un seul thermomètre dont le réservoir noirci est placé dans l'axe de l'appareil entier, mon actinomètre a quatre tubes, parallèles entre eux et à l'axe du cylindre-réservoir, et portant chacun un thermomètre à boule noircie. Les tiges des thermomètres sortent horizontalement de l'appareil : deux d'un côté, deux de l'autre. — Chacun des quatre tubes est noirci à l'intérieur, fermé à la base et muni, à l'autre extrémité, d'un diaphragme qui peut, à volonté, être ouvert ou fermé par un couvercle en laiton. Quand l'appareil est orienté, en ouvrant un ou plusieurs des tubes, les rayons du soleil tombent sur les réservoirs des thermomètres qui y sont contenus.

On a ainsi deux paires de thermomètres parfaitement symétriques placés au même niveau. Si l'on veut mesurer la radiation solaire directe, on se servira de l'une des paires de thermomètres, en ouvrant l'un des tubes et en maintenant le second fermé; la différence de

température des deux thermomètres donnera la mesure de l'intensité de la radiation solaire.

La seconde paire de thermomètres peut servir, soit comme contrôle, soit pour d'autres observations, par exemple pour mesurer l'intensité de la radiation solaire après son passage au travers d'une couche d'eau qui arrête la chaleur obscure, etc.

Je n'entre pas ici dans une description plus détaillée, car je ne puis publier encore les observations que j'ai faites avec cet appareil, et je ne parlerai, dans cette communication, que des résultats obtenus avec le petit actinomètre.

Il est à remarquer que, dans les actinomètres tels que ceux que je viens de décrire, l'excès de la température du thermomètre exposé à la radiation solaire, sur la température de l'enceinte, dépend de la construction de l'appareil, et particulièrement de la forme et de la disposition du thermomètre. Avec mon petit actinomètre, cet excès dépasse 16° quand la radiation est très énergique (à Genève); il est moindre avec mon grand actinomètre.

D'autres observateurs ont obtenu d'autres chiffres, ainsi M. Waterston a donné 27°8 (1), et le R. P. Secchi 14° (à Rome), etc.

Parmi les circonstances qui influent sur cette élévation de température, il convient de citer l'action de la tige du thermomètre. Si le réservoir seul est noirci au noir de fumée, la tige ne l'étant pas, la température est notablement abaissée, parce qu'une partie de la chaleur s'écoule par conductibilité dans la tige, qui est à une température plus basse. Si la tige est noircie, son influence est encore variable, suivant qu'une plus ou moins grande longueur en est exposée au soleil. Il résulte de là que, puisque pour avoir des mesures exactes et comparables entre elles il faut que le thermomètre soit toujours rigoureusement placé de la même manière et que l'appareil soit toujours dirigé exactement vers le soleil, un déplacement même assez petit peut produire des différences sensibles.

Il suit encore de là que, si l'on opère avec des actinomètres différents, il faut les comparer directement les uns aux autres (2). C'est là, sans aucun doute, un des défauts principaux de l'emploi de la méthode statique.

(1) C'est aux Indes, et par une hauteur du soleil de 70 degrés, que M. Waterston a obtenu ce chiffre de 27°8, presque double de celui que l'on a trouvé en Europe. Il me paraît peu probable que cette différence puisse être attribuée à une différence de même ordre dans l'intensité réelle de la radiation; elle doit tenir en grande partie, je crois, à la disposition de l'appareil, que je ne connais pas dans ses détails.

(2) J'ai naturellement effectué cette comparaison entre mes deux actinomètres. Je me propose, en outre, de comparer leurs indications avec celles d'un appareil mesurant les quantités absolues de chaleur.

Cet inconvénient, du reste, n'est pas le seul que présente le procédé que j'ai adopté. Ainsi, il exige que l'appareil soit fixe; on ne pourrait l'employer ni sur mer, ni en ballon. En outre, il faut un temps assez long pour que l'équilibre de température s'établisse; par conséquent, l'appareil ne convient pas, si la radiation subit des variations rapides, par exemple, lorsque le soleil apparaît pendant quelques minutes seulement entre les nuages, ou lorsqu'il est très près de son lever ou de son coucher (1).

Enfin, on peut signaler encore deux défauts qui, malheureusement, sont communs au procédé que j'ai suivi, aussi bien qu'à toute autre méthode que l'on pourrait adopter : 1° quoique l'enceinte préserve le thermomètre du rayonnement de la plus grande partie du ciel, il est impossible d'exclure absolument les radiations de la partie du ciel très voisine du soleil; il faudrait, pour cela, que le réservoir du thermomètre fût réduit à un point et que le diaphragme par où pénètrent les rayons sous-tendît, par rapport à ce point, un angle égal au diamètre apparent du soleil. Or, ce sont précisément les parties du ciel très voisines du soleil qui doivent renvoyer le plus de chaleur par réflexion; cependant, je ne pense pas que cette influence puisse être très considérable. 2° Il est certain que le noir de fumée dont le réservoir du thermomètre est revêtu, n'absorbe pas toute la chaleur qu'il reçoit; il en renvoie une certaine quantité par diffusion, le thermomètre prend donc une température moins élevée que s'il était formé d'un corps *absolument noir*. Mais cette proportion de chaleur diffusée ne paraît pas dépendre de la nature des radiations, elle n'influe donc que sur le chiffre absolu donné par l'appareil.

Observations faites à Genève.

Je n'entrerai pas, ici, dans le détail des nombreuses observations que j'ai faites à Genève; j'ai déjà donné, dans les Comptes-Rendus de l'Académie des sciences (2), quelques-uns des résultats que j'avais obtenus dans une première série d'observations, résultats qui ont été généralement confirmés par les séries subséquentes, et que je me bornerai à rappeler brièvement. J'insisterai un peu plus sur les points qui n'ont pas été mentionnés dans cette précédente publication.

L'action variable que l'atmosphère exerce sur l'intensité de la radiation solaire, me paraît provenir, d'une part, de la proportion

(1) On remarquera cependant que rien n'empêche, dans ces cas-là, d'employer la méthode dynamique avec ces actinomètres; il suffit d'observer l'élévation de température du thermomètre que l'on expose au soleil pendant un nombre de minutes déterminé, au lieu d'attendre qu'il ait pris la température maximum à laquelle il devient stationnaire.

(2) 1867, t. LXV, p. 526, et 1868, t. LXVI, p. 810.

plus ou moins considérable de la vapeur d'eau, et, d'autre part, des particules solides ou liquides qui sont constamment en suspension dans l'air et en modifient la transparence.

L'influence de l'humidité de l'air est mise en évidence par l'ensemble des observations, et l'on peut dire généralement que, les autres circonstances étant égales, plus la tension de la vapeur d'eau est considérable, moins la radiation est intense. Voici quelques faits à l'appui de cette conclusion :

En hiver, où l'air est plus sec, la radiation est beaucoup plus intense qu'en été pour une même hauteur du soleil au-dessus de l'horizon.

En groupant, d'après le degré de tension de la vapeur d'eau, les observations faites pour des hauteurs du soleil sensiblement égales, c'est-à-dire en réunissant toutes celles de ces observations correspondant à un état d'humidité de l'atmosphère compris entre certaines limites, et en prenant la moyenne, on obtient des chiffres d'autant plus forts que l'air est plus sec.

A plusieurs reprises, on a observé une radiation plus forte par un temps plus sec que par un temps humide, quoique l'atmosphère fût incontestablement plus pure et plus transparente dans le second cas que dans le premier. Ainsi, la présence de particules en suspension dans l'air ne suffit pas à rendre compte des variations d'intensité de la radiation.

Les maxima d'intensité de la radiation, surtout pendant l'été, correspondent habituellement à des journées exceptionnellement froides et sèches, par exemple pendant ou immédiatement après de forts vents du Nord.

L'action des particules en suspension, poussières, vésicules d'eau, germes ou débris organiques, ne peut être contestée.

Cette action doit s'exercer à un certain degré sur toutes les espèces de radiations; mais ce sont les rayons les plus réfrangibles qui sont interceptés dans la plus forte proportion. C'est ce qu'il est facile de reconnaître en comparant les intensités T et t, que l'on obtient suivant qu'on laisse librement arriver les rayons sur le thermomètre ou qu'on interpose le tube plein d'eau dont il a été question plus haut. Le rapport $\frac{t}{T}$ a une valeur généralement plus forte lorsque l'air est très pur et transparent que lorsqu'il est brumeux.

Ce rapport $\frac{t}{T}$ est variable suivant la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon. Il est notablement plus fort au milieu du jour que près du lever ou du coucher du soleil.

Ces résultats sont bien d'accord avec les phénomènes optiques qui démontrent la plus grande transparence de l'atmosphère pour les rayons lumineux les moins réfrangibles.

A transparence égale de l'air, la valeur de $\frac{t}{T}$ est plus grande quand la tension de la vapeur d'eau est plus considérable, ce qui montre que la vapeur d'eau arrête surtout les rayons les moins réfrangibles (1).

La valeur maximum que j'ai obtenue pour ce rapport est 0,642 (15 septembre 1869, temps très clair, vent du Sud durant depuis plusieurs jours, hauteur du soleil au-dessus de l'horizon = 44°).

Il n'y a pas une très grande différence entre les valeurs de ce rapport en été et en hiver; ce qui s'explique parce que dans la saison froide la vapeur d'eau d'une part est moins abondante, et que d'autre part les particules en suspension sont aussi plus rares, à ciel serein: il y a moins de poussière, et les germes organiques, les graines flottantes, les insectes sont beaucoup moins nombreux.

Il m'a paru, toutefois, qu'en été, $\frac{t}{T}$ est un peu plus grand pour des hauteurs égales du soleil, et que sa valeur diminue un peu moins au coucher du soleil (2).

Comme nous venons de le voir, la sécheresse de l'air et la rareté des poussières contribuent à donner une grande énergie à la radiation en hiver, tellement que dans cette saison, lorsque l'atmosphère est très pure, l'intensité, au milieu du jour, est à peu près aussi considérable qu'aux mois de juin et de juillet aussi au milieu du jour, malgré la grande différence de hauteur du soleil au-dessus de l'horizon. Je citerai ici quelques chiffres tirés de la première et de la troisième série de mes observations (3).

Dans la *première série :* 11 juin 1867; journée d'une grande pureté, tension de la vapeur d'eau s'écartant peu de la moyenne, environ 10 mm.

Midi.	Hauteur du ⊙	= 66°53′	T	= 15°66
1h.		63 50		15 69

(1) La vapeur d'eau absorbe aussi une partie des rayons visibles, puisqu'elle donne naissance à certaines raies du spectre solaire.

(2) J'indique ces résultats avec quelque réserve; en effet, les journées, où le ciel est bien clair en hiver, sont très rares à Genève, et je n'ai pas un nombre d'observations suffisant pour tirer des conclusions certaines. C'est, du reste, un point dont je poursuis l'étude avec mon grand actinomètre, qui se prête beaucoup mieux à ce genre de recherches.

(3) On a compris dans une même série toutes les observations qui ont été faites successivement sans que l'on ait eu à démastiquer le thermomètre de la pièce qui le porte, de sorte que l'on est certain que le réservoir occupait bien la même position dans l'intérieur du tube central pour toute la série. Dans la première et la troisième série le thermomètre était placé très sensiblement de la même manière; leurs résultats peuvent être considérés comme assez comparables.

4 février 1868; journée également très pure, tension de la vapeur 3^{mm}.

$1^h\,10^m$. Hauteur du $\odot = 26°12'$ $T = 15°39$

L'intensité de la radiation, le 11 juin, n'est cependant pas le *maximum* observé dans l'été 1867 : on a obtenu des chiffres plus élevés, pendant ou après de forts vents du Nord; par exemple :

Le 29 juin 1867, à $12^h\,18^m$. Hauteur du $\odot = 66°52'$ $T = 15°99$
et le 10 juillet 1 18 60 45 16 31

Dans la *troisième série :* dans l'été 1868, on a obtenu, pendant des jours de vent du Nord, les *maxima* suivants :

16 juin 1868, à $12^h\,48^m$. Hauteur du $\odot = 65°15'$ $T = 16°46$
2 juillet 12 30 66 13 16 41

Dans l'été de 1869, les radiations ont été moins intenses, les *maxima* observés ont été :

25 juin 1869, à $12^h\,46^m$. Hauteur du $\odot = 65°33'$; — tension de la vapeur, 9^{mm}; $T = 15°58$.

5 juillet 1869, à $12^h\,48^m$. Hauteur du $\odot = 64°58'$; — tension, 11^{mm}; $T = 15°54$.

En hiver, le 4 mars 1869, à $12^h\,2^m$. Hauteur du $\odot = 37°24'$; — tension, 4^{mm} (vent du Nord); $T = 16°27$.

C'est au printemps que l'on observe le plus fréquemment des maxima de radiation, parce que c'est l'époque où se réunissent le plus souvent les conditions de grande hauteur du soleil au-dessus de l'horizon, sécheresse de l'air et rareté des poussières.

L'*épaisseur atmosphérique* que les rayons solaires ont à traverser pour arriver au lieu d'observation, peut être évaluée par le produit de la pression du baromètre H par la sécante de la distance zénithale du soleil z (pourvu que le soleil ne soit pas trop près de l'horizon).

Pouillet, dans ses recherches avec le pyrhéliomètre, avait trouvé qu'en désignant par a un coefficient constant, par p un coefficient variable d'un jour à l'autre, dépendant de l'état de l'atmosphère, et par ε l'épaisseur atmosphérique, on peut représenter les observations par la formule

$$T = ap^{\varepsilon}.$$

La valeur de a représenterait donc l'intensité de la radiation pour une épaisseur atmosphérique nulle, c'est-à-dire si l'appareil était transporté à la limite supérieure de l'atmosphère.

Les résultats que j'ai obtenus à Genève ne s'accordent pas avec cette formule. Par exemple, en prenant dans la première série d'observations trois des plus belles journées, et en calculant les constantes de la formule, je trouve pour la valeur de a :

Le 11	juin 1867	$a = 17°45$
17	août	26 04
4	février 1868	20 44

La valeur de a n'est donc point constante. Pour les observations

comprises entre celles qui ont servi à calculer les constantes, les résultats calculés diffèrent notablement des résultats obtenus.

La divergence ne peut provenir seulement de la différence entre la méthode que j'ai adoptée et celle de Pouillet; en effet, on obtient très habituellement, dans la même journée, des intensités de la radiation très différentes le matin et le soir pour une même hauteur du soleil au-dessus de l'horizon.

La formule $T = ap^{\varepsilon}$ serait sans doute exacte théoriquement si les rayons solaires étaient tous de même nature et également absorbables par l'atmosphère. Or, cette condition n'est absolument pas réalisée, et nous en avons donné plus haut une preuve de plus en montrant que le rapport $\frac{t}{T}$ varie avec la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon. — Cependant, quoiqu'on ne puisse pas la considérer comme théoriquement exacte, la forme de cette formule est probablement assez convenable pour représenter empiriquement la marche du phénomène, dans le cas où l'état atmosphérique reste constant pendant une même journée. Cette dernière condition, comme l'a fait remarquer Pouillet, est très rarement remplie, et à Genève, en particulier, le voisinage du lac et des montagnes amène une très grande variabilité dans les circonstances météorologiques. Mais lors même que dans d'autres lieux jouissant d'un climat plus égal, les observations présenteraient un accord satisfaisant avec la formule, je ne sais si l'on serait en droit d'en conclure que la valeur de a obtenue représente réellement l'intensité de la radiation à la limite de l'atmosphère.

Observations faites à différentes altitudes.

La radiation solaire est, comme on le sait, plus intense sur les montagnes que dans la plaine. J'ai déjà donné dans les Comptes-Rendus de l'Académie des sciences (1) les chiffres que j'avais obtenus dans une ascension au Mont-Blanc les 20 et 21 juillet 1867, par un temps exceptionnellement favorable.

Au sommet du Mont-Blanc (altitude 4810^{m}), le 21 juillet, à 11 heures 26 minutes, hauteur du $\odot = 63^{\circ}25'$; épaisseur atmosphérique, 474,9, on a obtenu :

Radiation immédiate	$\theta = 21°16$
— corrigée pour la pression barométrique	$\Theta = 18\ 66$
— pour la distance du $\odot$	$T = 19\ 26$

(1) 1867, t. LXV, p. 528. — Les chiffres donnés dans les Comptes-Rendus sont les intensités non corrigées pour la distance du soleil à la terre; ils diffèrent donc de ceux que j'indique ici. De plus, il y a une petite différence de 3 centièmes de degré environ provenant de ce que les constantes de l'appareil ont été déterminées avec plus de soin postérieurement à cette première communication.

A Genève (altitude 400m), le 30 juin 1867, journée qui me paraît se rapprocher le plus de celle du 21 juillet quant à l'état de l'atmosphère, on a obtenu :

à 11h	4m. Hauteur du ⊙	= 64°5′ ;	ε = 811,2 ;	T = 15°39
12	4	67	792,2	15 96
1	18	62 30	821,4	15 70

Comme sur les montagnes le maximum de la radiation est en général atteint un peu avant midi, tandis que dans la plaine il ne se manifeste qu'un peu après, nous pouvons comparer l'intensité obtenue au sommet du Mont-Blanc à l'intensité de Genève à 12h 4m. On voit que ces deux intensités sont très approximativement dans le rapport 6:5. Ainsi, la chaleur solaire qui a pénétré jusqu'à l'altitude de 4810 mètres au travers des couches supérieures de l'atmosphère, subit une absorption de $\frac{1}{6}$ en traversant, sous un angle de 65 degrés environ, les couches inférieures de l'atmosphère jusqu'à une altitude de 400 mètres.

En 1869, le 22 juillet, j'ai fait les observations suivantes au sommet du Breithorn (chaîne du Mont-Rose, altitude 4171m).

11h 42m. Hauteur du ⊙	= 64°5′ ;	ε = 515,8 ;	T = 18°20
12 10	64 13	515,2	18 20

A Genève et à Lavey-les-Bains (altitude 425m), dans la même saison et dans des circonstances atmosphériques tout à fait analogues, on a obtenu les chiffres suivants (1) :

Genève, 25 juin,	12h 46m. Hauteur du ⊙	= 65°33 ;	ε = 797,6 ;	T = 15°58
—	5 juillet, 12 48	64 58	802,5	15 54
Lavey, 16	12 20	64 51	804,4	15 47

Sur les montagnes, le rapport $\frac{t}{T}$ a une valeur peu différente de celle que l'on obtient dans la plaine. Ainsi, au sommet du Breithorn, j'ai trouvé $\frac{t}{T} = 0{,}573$. — La valeur de ce rapport diminue également quand le soleil se rapproche de l'horizon. Ainsi, au Faulhorn (altitude 2683m), le 25 juillet 1868, j'ai obtenu :

à 5h 0m	du matin	$\frac{t}{T} = 0{,}506$
6 0	—	0,584
10 30	—	0,608
7 30	du soir	0,441

(1) Il est à remarquer que, pendant les mois de juin et juillet 1869 et, en particulier, du 14 au 23 juillet, quoique le temps fût très beau, il y a eu constamment du hâle. En outre,

On peut conclure de ces résultats qu'à des altitudes élevées, l'air, en devenant plus sec, devient aussi plus pur et moins chargé de particules en suspension.

Pour les observations faites dans un même lieu à une altitude élevée, la formule $T = a\,p^{\varepsilon}$ ne se vérifie pas habituellement. Ainsi, au Faulhorn, j'ai trouvé $a = 19°0$ le 25 juillet 1868, et $a = 19°69$ le 26 juillet, valeurs évidemment inférieures à l'intensité de la radiation à la limite de l'atmosphère, puisque sur le Mont-Blanc on a déjà $T = 19°26$. — Au col du Théodule (3322^m), j'ai obtenu $a = 20°44$, le 21 juillet 1869; et à la Petite Scheideck (2269^m), $a = 20°43'$ le 7 août 1869.

Les observations intermédiaires entre celles dont on s'est servi pour calculer les constantes a et p s'accordent mal avec la formule, sauf cependant pour la série des observations du Théodule pour laquelle l'accord est complet; il est à remarquer qu'en même temps le rapport $\frac{t}{T}$ avait très peu changé du milieu du jour jusqu'au soir. Voici les chiffres obtenus :

COL DU THÉODULE. 21 juillet 1869.	HEURE.	ÉPAISSEUR. ε	T CALCULÉ.	T TROUVÉ.
$a = 20{,}436$	12^h 6^m.	570,2	17°64	17°64
$p = 0{,}99974$	12 38	575,8	17 61	17 63
	1 42	613,4	17 44	17 47
	2 14	648,0	17 29	17 23
	3 54	870,9	16 31	16 31
	4 34	1052,1	15 57	15 57

J. Forbes, dans ses observations comparatives faites à Brienz et au Faulhorn avec l'actinomètre d'Herschel, avait trouvé qu'à épaisseur atmosphérique égale la radiation a la même intensité quelle que soit l'altitude. Je ne suis point arrivé au même résultat : en été, j'ai généralement trouvé la radiation plus énergique à une altitude élevée.

Par exemple, au Théodule, pour une épaisseur = 870,9, on a obtenu $T = 16°31$, tandis qu'à Genève, pour une épaisseur = 797,6, on a trouvé $T = 15°58$ dans des conditions analogues si ce n'est supérieures comme pureté du ciel.

Aux Grands-Mulets (3050^m), le 20 juillet 1867, à 5^h 24^m du soir, l'épaisseur atmosphérique étant = 1560,2, on a eu $T = 15°79$;

il faisait très chaud, spécialement sur les montagnes (la température moyenne au Mont Saint-Bernard dépassait de 5 à 6° la température normale); l'air devait donc être moins sec qu'il ne l'est ordinairement. Ces circonstances expliquent la radiation moins énergique qui a été observée comparativement à l'année 1867.

tandis qu'à Genève, le 11 juin 1867, à $3^h\ 12^m$ du soir, par un temps extrêmement pur, pour l'épaisseur bien moindre 1035,2, on a trouvé $T = 15°\ 16$.

A une altitude de 3000^m environ la radiation, *en été*, a à peu près la même énergie qu'à Genève *en hiver*, à épaisseur atmosphérique égale. Par exemple :

Grands-Mulets,	20 juillet 1867,	$5^h\ 24^m$ soir ;	$\varepsilon =$	1560,2 ;	$T =$ 15°79
Genève,	4 février 1868	1 10		1671,6	15 39

Il ressort de là que la formule $T = ap^\varepsilon$ ne doit pas être applicable à des observations faites à différentes altitudes. Ainsi, pour la série des observations de juin et juillet 1867 (ascension au Mont-Blanc), en calculant les constantes de la formule d'après les observations du Mont-Blanc (21 juillet) et de Genève (30 juin, à $12^h\ 4^m$), on arrive à une valeur de $a = 25°\ 46$. Les observations pour les altitudes intermédiaires donnent en général des chiffres supérieurs aux valeurs calculées, et pour les observations du soir l'écart est énorme, soit de $+5°\ 66$ aux Grands-Mulets, et de $+5°\ 12$ à Genève 10 juin. En calculant les constantes de la formule d'après ces deux dernières observations, on trouve $a = 31°\ 99$.

Il en est à peu près de même pour la série de 1869 (Breithorn, Théodule, etc.) quoique avec des divergences moins fortes.

Il faut donc admettre que les couches inférieures de l'atmosphère sont plus absorbantes que les couches supérieures, ce qui s'explique facilement parce qu'elles contiennent plus de vapeur d'eau et plus de particules en suspension.

Aussi arrive-t-on à un beaucoup meilleur accord entre les résultats obtenus et calculés si, au lieu de la formule $T = ap^\varepsilon = ap^{\text{sec. z} \times \text{H.}}$, on prend la formule $T = ap^{\text{sec. z} \times \text{H}^2}$; on tient aussi compte de l'altitude en faisant entrer à la seconde puissance la pression barométrique.

En calculant cette formule, on a obtenu, d'après les observations suivantes :

1867.	Mont-Blanc, 21 juillet.	Genève, 30 juin,	$12^h\ 04^m$. :	$a =$	21°30
—	Grands-Mulets, 20 juill^t,	$5^h\ 24^m$. Genève, 30 juin,	5 30		20 55
1869.	Breithorn, 22 juillet,	$12^h\ 10^m$. Lavey, 16 juillet,	12 20		20 37

Les observations intermédiaires de la série de 1867 s'accordent bien avec les valeurs calculées pour le milieu du jour, mais les différences sont très sensibles pour le soir, ce qui n'est pas surprenant, d'après ce que nous avons dit de la variation de l'état atmosphérique,

suivant l'heure du jour. Pour la série de 1869, l'accord est très satisfaisant.

		1867. HEURE.	ÉPAISSEUR. ε	T CALCULÉ.	T TROUVÉ.	T DIFFÉRENCE.
Genève (400m),	30 juin	12h 4m	792,2	15°96	15°96	0
— —	10 —	5. 30	2015,6	10 19	12 85	+ 2°66
Mont-Colombier Jura (1689m),	4 juillet	12 28	697,1	17 07	16 95	— 0 12
Glacier des Bossons (2600m),	4 —	1 14	649,0	17 75	17 92	+ 0 17
Grands-Mulets (3050),	20 —	5 24	1560,2	14 09	15 79	+ 1 70
Mont-Blanc (4810m),	21 —	11 26	474,9	19 26	19 26	0
		1869.				
Lavey (475m),	16 —	12 20	808,4	15 47	15 47	0
Dent de Morcles (2979m),	17 —	10 10	645,8	17 31	17 09	— 0 22
—	— —	10 42	619,2	17 43	17 43	0
Görner-Grat (3038m),	23 —	11 50	587,5	17 61	17 26	— 0 35
— —	— —	12 38	593,1	17 58	17 24	— 0 34
Théodule (3322m),	21 —	12 6	570,2	17 75	17 64	— 0 11
— —	— —	12 38	575,8	17 72	17 63	— 0 09
— —	— —	1 42	613,4	17 56	17 47	— 0 09
— —	— —	2 14	648,0	17 42	17 23	— 0 19
— —	— —	3 54	870,9	16 50	16 31	— 0 19
— —	— —	4 34	1052,1	15 80	15 57	— 0 23
Breithorn (4170m),	22 —	11 42	515,8	18 20	18 20	0
— —	— —	12 10	515,2	18 20	18 20	0

Cette formule est évidemment empirique et n'exprime point une loi naturelle; on ne pourrait donc conclure qu'avec la plus grande réserve que la valeur de a à laquelle elle conduit, représente l'intensité de la radiation à la limite de l'atmosphère. Il se pourrait, en particulier, que certaines espèces de radiations très absorbables par l'atmosphère fussent déjà complètement arrêtées à la hauteur du Mont-Blanc ou du Breithorn et qu'à une altitude plus grande la radiation fût plus intense que la formule ne le donne.

M. A. CORNU,

Professeur à l'École polytechnique.

Sur la photographie du spectre ultra-violet.

(Extrait)

(Séance du 9 Septembre 1872.)

M. Cornu présente un dessin détaillé des raies sombres de la région ultra-violette du spectre solaire suivant l'échelle des *longueurs d'ondes* adoptée par M. Angström, dans son beau Mémoire sur le spectre normal du soleil. Ces dessins ont été déduits du relevé micrométrique au microscope de clichés photographiques formant deux séries : la première série a été obtenue à l'aide d'un réseau de Nobert (de 1,801 traits), dont le deuxième spectre était très parfait et très lumineux; les épreuves obtenues comprenaient les raies G H_1 H_2 L M N O P et même Q, quoique les objectifs du Goniomètre fussent de *crown* et *flint glass*. L'auteur a vérifié l'exactitude des mesures de M. Mascart; l'examen comparatif des résultats a toujours montré quatre chiffres communs dans l'expression numérique des longueurs d'ondes.

La deuxième série, destinée à fournir le détail des raies de la photographie, provient d'un spectre très dispersé et offrant une grande finesse (on en comptait plus de vingt-cinq entre les deux raies H_1 H_2). Ce spectre était obtenu avec un prisme de *flint* de 60 degrés; le collodion humide a été impressionné jusqu'à la raie O malgré le pouvoir absorbant des deux objectifs.

M. Cornu recommande beaucoup l'emploi de ces objectifs achromatiques ordinaires pour l'obtention des clichés photographiques de la région ultra-violette, dans le cas pratique où l'on ne veut pas aller plus loin que la raie O; l'inconvénient du pouvoir absorbant est largement compensé par la facilité de mise au point et par la grandeur angulaire de la région où les lignes se peignent avec netteté.

Quant au procédé en lui-même, il ne diffère que peu de celui de M. Mascart. L'auteur conseille néanmoins d'adopter, comme il l'a fait, une petite chambre obscure extérieure à la lunette, au lieu de l'oculaire photographique de M. Mascart. L'appartement des deux dispositifs est identique, mais le premier n'exige pas des verres taillés en rond, et a sur le second l'avantage d'employer des surfaces collodionnées assez larges pour être à l'abri des taches et autres défauts provenant de l'exiguïté du cliché.

M. Cornu a, en outre, indiqué sur ses dessins les raies principales appartenant au magnésium, à la chaux, au manganèse et au fer, qui, comme on le sait, fournit la plus grande partie des groupes LM et N.

M. SAINT-LOUP,

Professeur à la Faculté des sciences de Poitiers.

Modifications à la Machine de Holz.

(Extrait.)

(Séance du 9 Septembre 1872.)

M. Saint-Loup fait une communication sur une modification de la machine de Holz, qui la rend applicable à la production de l'ozone et à l'étude de l'influence des milieux sur la production de l'électricité. Le travail de l'auteur sera publié quand les expériences qu'il a commencées auront été complétées.

M. E. MERCADIER,

Ingénieur des télégraphes.

Mesure des intervalles musicaux.

(Séance du 9 Septembre 1872.)

La musique est une langue qui a ses phrases, ses mots, ses lettres, son alphabet. Les lettres sont les intervalles entre les sons successifs d'une mélodie, ou entre les sons simultanés d'un accord. Son alphabet se nomme *gamme :* c'est une sorte d'air renfermant tous les intervalles susceptibles d'être utilisés en musique, ou du moins les principaux de ces intervalles d'où l'on peut déduire tous les autres. Il y a actuellement deux gammes usitées, et connues sous le nom de gammes *majeure* et *mineure*. Ce sont deux airs fort anciens, dont l'usage s'est perpétué jusqu'à nos jours et qui constituent la base pratique de la musique, et par suite de l'acoustique musicale. On voit par là l'intérêt qui s'attache à la détermination précise des éléments de ces gammes au double point de vue de la science et de l'art.

Au premier abord, on peut s'étonner que cette détermination exacte n'ait pas encore été faite, ou plutôt ne soit pas encore terminée. Ce n'est pas que les discussions sur ce sujet aient jamais manqué. Il y en a eu en Grèce dès le quatrième siècle avant notre ère

entre deux écoles rivales, celle de Pythagore et celle d'Aristoxène, disciple d'Aristote; il y en a eu de fort vives au seizième siècle, en Italie, entre Vincent Galilée, le père du grand physicien, et Zarlin, de Venise; il y en a eu en France au dix-huitième siècle, entre d'Alembert et Vandermonde d'un côté, J.-J. Rousseau et l'abbé Roussier de l'autre. Enfin, ces discussions subsistent encore aujourd'hui, car nous avons deux écoles musicales qui rivalisent comme au temps d'Aristote, l'une qui s'en tient aux théories qui remontent à Zarlin et à Aristoxène, l'autre, héritière des doctrines de Pythagore, de Galilée, de Rousseau, et en dernier lieu d'un bordelais, P. Galin, qui a écrit sur la musique, en 1818, un livre admirable, encore trop peu connu.

Toute cette discussion, qui se renouvelle ainsi sous des formes peu variées depuis deux mille ans, et dont nous n'avons pas à examiner l'histoire en ce moment, peut se résumer de la façon suivante, en employant les expressions qui s'accordent avec nos idées modernes.

Il s'agit de savoir (laissant de côté, pour le moment, la gamme mineure, sur laquelle nous reviendrons tout à l'heure) si les intervalles de la gamme majeure sont représentés par l'un ou l'autre de ces deux systèmes de nombres.

1° Le système qui s'accorde avec les doctrines pythagoriciennes,

	Ut	Ré	Mi	Fa	Sol	La	Si	Ut
	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{81}{64}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{27}{16}$	$\frac{243}{128}$	2
ou	1	$\frac{3^2}{2^3}$	$\frac{3^4}{2^6}$	$\frac{2^2}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{3^3}{2^4}$	$\frac{3^5}{2^7}$	2
	1	1.125	1.266	1.333	1.500	1.687	1.898	2

système caractérisé par des intervalles représentés par des nombres fonctions de 2 et de 3 seulement et de la forme générale $2^m 3^n$, m et n étant des nombres entiers positifs ou négatifs.

2° Le système d'Aristoxène, ou plutôt de l'un de ses successeurs, Ptolémée, et de Zarlin, adopté jusqu'ici par la majorité des musiciens et des acousticiens,

	Ut	Ré	Mi	Fa	Sol	La	Si	Ut
	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2
ou	1	$\frac{3^2}{2^3}$	$\frac{5}{2^2}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{3.5}{2^3}$	2
	1	1.125	1.250	1.333	1.500	1.666	1.875	2

système dont les intervalles ont la forme générale plus complexe, $2^m 3^n 5$.

Il n'y a pas cinquante ans que la solution de cette question a été

réellement et sérieusement recherchée par la voie expérimentale. Les premières tentatives, de quelque valeur, ont été faites par Délezenne, en 1827 et 1828. Il mesurait des longueurs de corde correspondant aux sons donnés par un musicien, lorsque son oreille était satisfaite. Ses expériences parurent confirmer d'abord la théorie de Ptolémée et de Zarlin; puis, plus tard il trouva pour certains intervalles des valeurs qui n'appartenaient ni à l'un ni à l'autre des deux systèmes ci-dessus. En 1857, le Dr Möhring, de Lunebourg, fit des expériences analogues, et trouva au contraire, pour quelques intervalles isolés, des valeurs très rapprochées de celles du système de Pythagore.

La contradiction entre ces résultats tenait au défaut de précision des expériences et des mesures.

M. Helmholtz reprit la question dans ces derniers temps; il a exposé les conclusions de ses recherches dans sa *Théorie physiologique de la musique*. Elles sont entièrement favorables au système de Zarlin, si bien que le célèbre savant allemand n'hésite pas à appeler la gamme correspondant à ce système, gamme *naturelle,* parce que ses intervalles sont identiques à ceux qu'on déduit de quelques-uns des intervalles qui se produisent dans le phénomène de la résonnance multiple de certains corps sonores, cordes, verges, plaques vibrantes..... Les expériences de M. Helmholtz sont précises, nettes et exactes; néanmoins, on ne pourrait adopter ses conclusions comme donnant le dernier mot de la question.

Cette question, en effet, est plus complexe qu'elle ne le paraît au premier abord. Les effets musicaux se rapportent à divers ordres de sensations. On en peut distinguer nettement au moins deux: les sensations provenant de sons et par suite d'intervalles *successifs,* formant ce qu'on appelle communément des *mélodies;* et en second lieu, les sensations d'une autre nature produites par des sons ou des intervalles *simultanés,* formant des accords *harmoniques,* et dont la succession constitue ce qu'on nomme en langage technique, l'*harmonie*.

Ce n'est pas là une distinction artificielle; on la trouve dans l'histoire, car les Grecs, par exemple, n'ont jamais connu véritablement que la mélodie, l'harmonie qu'ils employaient n'étant que rudimentaire. On la trouve actuellement à l'état de fait incontestable, car certains peuples ne peuvent souffrir les effets harmoniques, d'autres sont notablement plus sensibles aux effets mélodiques qu'aux harmoniques, d'autres préfèrent les sensations contraires. D'ailleurs, les expériences qu'on peut faire à cet égard ne laissent aucun doute; il est certain que ces deux genres d'effets produisent des sensations très différentes.

Il semble donc tout naturel de se demander si, à cette sorte de

dualité d'effets physiologiques et artistiques, ne correspond pas une dualité analogue dans les éléments qui sont la source de ces effets, c'est-à-dire les intervalles musicaux qui portent pourtant le même nom dans les deux cas, et si on n'aurait pas confondu, en leur attribuant les mêmes valeurs, deux choses en réalité différentes.

C'est ce qui est arrivé, en effet. La distinction n'avait pas été faite. Si l'on étudie avec soin les expériences de M. Helmholtz, on s'aperçoit qu'elles se rapportent toutes, directement ou indirectement, aux effets harmoniques, soit qu'elles portent sur des accords mêmes, soit qu'on se soit basé, pour juger de la justesse des sons, sur des critériums appartenant proprement à l'harmonie, par exemple l'absence de battements. Il n'y a pas, dans le livre de M. Helmholtz, d'expériences franchement *mélodiques*. Il n'a donc envisagé et étudié qu'un côté de la question, et la seule conclusion qu'on puisse tirer de ses recherches doit être formulée ainsi :

« Les intervalles musicaux, éléments des accords *harmoniques,* » appartiennent au système de la gamme de Ptolémée et de Zarlin. »

Si on veut étudier complètement les intervalles musicaux, il faut aborder successivement les recherches suivantes :

1° Mesurer les intervalles de la gamme majeure au point de vue harmonique, en produisant des accords et déterminant les nombres de vibrations des sons qui les forment;

2° Mesurer les intervalles de même nom produits mélodiquement par sons successifs;

3° Faire les mêmes mesures pour les intervalles de la gamme mineure;

4° Enfin, étudier les éléments de ce qu'on appelle, en musique, la *tonalité*, les variations que peuvent produire, dans la grandeur des intervalles mélodiques ou harmoniques, les changements subits et momentanés de ton ou de gamme, c'est-à-dire les *modulations*.

Il faut remarquer, en outre, que si l'on veut arriver, dans ces recherches, à un résultat sérieux et qui ne porte pas sur des éléments artificiels, il faut effectuer les mesures sur les intervalles, tels que les exécutent les musiciens, et les rendre indépendants de la volonté des exécutants.

Après avoir fait, en employant le phonautographe, une première série d'expériences harmoniques et mélodiques qui nous ont conduits, M. Cornu et moi, à trouver une différence de un *comma* $\left(\frac{81}{80}\right)$ entre les tierces majeures mélodique et harmonique; après avoir ainsi constaté surtout que la tierce majeure harmonique a bien la valeur $\frac{5}{4}$ ou 1.250

conforme au système de Zarlin et aux recherches de M. Helmholtz tandis que la tierce majeure mélodique a pour valeur $\frac{81}{64}$ conformément au système de Pythagore, nous avons réussi à trouver une méthode remplissant les conditions indiquées plus haut, et nous avons pu exécuter complètement la seconde partie des recherches à faire, qui consiste à étudier les intervalles mélodiquement.

Cette méthode consiste à inscrire d'une manière *continue*, sur un cylindre tournant, les vibrations de sons constituant des fragments de mélodie, à mesure qu'on les exécute sur un instrument.

L'expérience prouve qu'un fil métallique d'acier, de cuivre, de laiton....., etc., sans tension, soutenu seulement de façon que ses mouvements puissent s'effectuer librement, transmet à une de ses extrémités, par vibrations transversales, les vibrations d'un corps sonore fixé à l'autre extrémité. Pour le démontrer, il suffit de prendre deux diapasons à miroir accordés exactement à l'unisson, de fixer un bout de fil à l'un d'eux, et d'armer l'autre bout d'une barbe de plume portant un point brillant, placée en face du miroir du second diapason. Si l'on fait vibrer les deux diapasons, en plaçant convenablement la barbe de plume, on voit l'image du point brillant décrire une ellipse caractéristique de l'unisson, ellipse qui varie si l'on charge d'un poids si léger qu'il soit (un peu de cire par exemple) le diapason fixé au fil.

On prend un pareil fil de 5, 6, 8, 10..... mètres de longueur, suspendu au moyen de rondelles étroites de caoutchouc; on soude à une extrémité une petite lame de laiton mince que l'on place entre la table d'harmonie d'un instrument à cordes et les pieds du chevalet, l'autre extrémité est fortement pincée dans un lourd support. Près du point fixé, on soude une petite lame de clinquant, à laquelle on attache une barbe de plume avec un peu de cire molle. (Cette disposition donne aux vibrations une amplitude plus grande que si la barbe était fixée directement au fil.) Un instrumentiste se place de façon que le fil ne gêne pas les mouvements de son archet, et il joue des fragments de mélodie simples dans un mouvement lent (chaque son doit durer environ une seconde). Les vibrations des cordes se transmettent au chevalet, à la lame métallique, au fil et à la barbe de plume qui vibre synchroniquement. Il ne reste plus qu'à inscrire ces vibrations.

L'instrument enregistreur se compose d'un cylindre métallique dont l'axe est muni d'une vis mobile dans un double écrou solidement fixé soit à une table, soit à un mur. Ce cylindre est recouvert d'une feuille de papier qu'on enfume en le faisant tourner au-dessus

de la flamme fuligineuse d'une lampe à huile. Un diapason de 300 à 500 vibrations doubles par seconde, muni d'un style en clinquant, est solidement encastré dans un étau ou dans le mur, et disposé de manière que son style vibre suivant les génératrices du cylindre ; ces vibrations servent à marquer le temps, et le diapason sert de chronographe, sans qu'il soit nécessaire que le mouvement du cylindre soit régulier et uniforme. D'ailleurs on avance la barbe de plume de façon que sa pointe effleure le papier noirci et qu'elle vibre tout près du style, et, comme lui, suivant les génératrices du cylindre.

Ces dispositions prises, on met le diapason en vibration, soit avec un archet, soit par le choc d'un tampon garni de peau, et l'instrumentiste joue pendant qu'on fait tourner le cylindre soit à la main, soit à l'aide d'un moteur quelconque, avec une vitesse convenable.

On obtient ainsi un graphique où chaque son de la mélodie est représenté par une forme de vibration différente. On compte pour chaque son le nombre de vibrations correspondant à 100 vibrations du diapason, par exemple, et les rapports des nombres obtenus donnent les valeurs des intervalles. Les vibrations sont quelquefois compliquées d'harmoniques, mais ce sont presque toujours des octaves, rarement des quintes, très rarement des tierces; il est d'ailleurs impossible de s'y tromper.

La même méthode sert à mesurer des intervalles *harmoniques*. Pour cela, on accorde *simultanément* les cordes de l'instrument à la tierce, à la quinte, etc....., jusqu'à ce qu'il n'y ait pas de battements et que l'oreille soit pleinement satisfaite. Puis on inscrit séparément les sons des cordes ainsi accordées.

Nous avons fait ainsi une série de nombreuses expériences nous-mêmes, ou avec l'aide de musiciens amateurs jouant juste, sur la gamme entière et quatre fragments de mélodies sans modulations. En voici les résultats comparés aux deux systèmes en litige. Nous donnons à la colonne intitulée *mi harmonique* le résultat de nos expériences primitives au phonautographe.

	Ut	Ré	Mi		Fa	Sol	La	Si	Ut
			mélodique	harmonique					
	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Moyennes.....	1	1.124	1.264	1.251	1.335	1.503	»	1.902	2.002
Gamme pythagoricienne.	1	1.125	1.266	»	1.333	1.500	1.687	1.898	2.000
Gamme de Zarlin.....	1	1.125	1.250	1.250	1.333	1.500	1.666	1.875	2.000
Valeurs du comma (1).	»	0.014	0.016	0.017	0.016	0.019	0.021	0.024	0.025

Il est nécessaire d'ajouter que les écarts moyens des expériences

(1) $I \times \frac{81}{80} - I = I \times 1.0125 - I$, I étant un intervalle quelconque.

ne dépassent pas un tiers de comma. Quant à la différence entre les moyennes et les valeurs des intervalles de la gamme pythagoricienne, elle n'est qu'une fraction de comma insensible à l'oreille.

Pour qu'on ne pût contester la justesse du jeu des exécutants, nous avons fait une seconde série d'expériences avec l'aide de deux artistes éminents, qui ont bien voulu nous prêter leur concours, MM. Léonard, violoniste, et Séligmann, violoncelliste. Voici les moyennes des résultats.

Ut	Ré	Mi	Fa	Sol	La	Si	Ut
1	1.128	1.265	1.330	1.500	1.686	1.917	»

On voit que, sauf la septième, 1.917, qui est encore plus éloignée de la gamme de Zarlin que celle 1.902 de la première série, les autres valeurs sont identiques dans les deux séries, ce qui prouve d'ailleurs que les résultats sont indépendants d'une justesse *absolue,* et que ce sont bien des intervalles tels que les exécutent non pas seulement une élite d'artistes, mais tous les musiciens jouant suffisamment juste, dont nous avons déterminé les valeurs.

Nous avons fait, à l'aide de notre méthode, la troisième catégorie de recherches indiquées ci-dessus, savoir l'étude de la gamme mineure et des mélodies qui en dérivent (toujours sans modulations).

Cette gamme n'est autre chose que l'ancien *mode de La* du plain-chant, dans lequel, après plusieurs modifications, on s'est contenté de substituer un *sol*♯ au *sol*, pour avoir au haut de la gamme une adence identique à celle de la gamme majeure, ou, comme on dit en termes techniques, pour avoir une *sensible.*

En admettant, comme tout le monde actuellement, que les intervalles de même nom sont les mêmes dans les deux gammes majeure et mineure, nous donnons plus bas les nombres qui représentent ces intervalles dans les systèmes de Pythagore et de Zarlin.

Une première série d'expériences mélodiques portant sur les sons successifs la_2 ut_3 mi_3 la_3, sur trois fragments de mélodies mineures sans modulations, et sur des tierces mineures harmoniques, nous a donné les résultats moyens suivants :

	La	Si	Ut		Ré	Mi	Fa	Sol ♯	La
			mélodique	harmonique					
	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Moyennes.....	1	1.121	1.186	1.201	1.336	1.501	»	»	2.008
Gamme pythagoricienne.	1	1.125	1.185	»	1.333	1.500	1.580	1.898	2.000
Gamme de Zarlin.....	1	1.125	1.200	1.200	1.350	1.500	1.600	1.875	2.000
Valeurs du comma...	»	0.014	0.015	0.015	0.017	0.019	1.020	1.023	0.025

Ces résultats sont incomplets, car ils ne donnent rien relativement à la sixte et à la septième, qui ont beaucoup d'importance. Mais ils résolvent la question relativement à la tierce. On voit que la mélodique est celle que donne la gamme pythagoricienne, et qu'il existe entre elle et la tierce mineure harmonique la différence d'un comma, qui existe entre les tierces majeures correspondantes.

M. A. POTIER,

Ingénieur des mines.

Recherches sur la réflexion vitreuse et métallique.

(Séance du 9 Septembre 1872.)

On connaît les difficultés que rencontra Fresnel, lorsque, à la suite de ses expériences sur l'interférence de la lumière polarisée, il énonça l'hypothèse que les vibrations de l'éther étaient transversales. Si cette hypothèse est, aujourd'hui, généralement admise, on le doit en partie aux travaux des géomètres de Poisson, Cauchy et Lamé. Ceux-ci montrèrent, en effet, que, dans un milieu homogène, une onde plane peut propager, avec des vitesses différentes, trois mouvements vibratoires indépendants, de directions déterminées, et de plus, que, lorsque ce milieu est isotrope, une onde peut propager, ou des vibrations longitudinales perpendiculaires aux ondes, ou des vibrations transversales, parallèles à l'onde, et que, dans ce cas, les constantes élastiques ou les vitesses de propagation se réduisent à *deux,* qui suffisent pour déterminer complètement le milieu au point de vue élastique.

De ces deux constantes, l'une se détermine avec facilité pour l'éther des corps transparents : celle relative aux vibrations transversales, qui se déduit de l'indice; la détermination de la seconde est plus difficile. Les physiciens n'ont rencontré, en effet, aucun phénomène qui pût être attribué à des vibrations longitudinales de l'éther. Dans les cristaux, ils n'ont jamais aperçu que deux rayons, et non trois, comme l'indiquait Cauchy; en outre, la force vive que devraient nécessairement emporter avec elles les vibrations longitudinales qui devraient naître dans la réflexion ou la réfraction, ne paraît manquer nulle part. Ces observations sont toutefois insuffisantes pour déterminer la seconde constante de l'éther des milieux transparents; l'analyse indique, en effet, comme possible, une valeur

imaginaire pour cette seconde constante, et montre qu'à cette valeur imaginaire correspondent les rayons *évanescents,* c'est-à-dire que les vibrations longitudinales propagées par une onde plane s'affaibliraient à mesure que cette onde se propagerait, suivant une loi représentée par une formule exponentielle.

Dans sa théorie de la réflexion, Fresnel ne s'est point préoccupé de ces rayons, et il a, en limitant le principe de la continuité des mouvements aux composantes parallèles à la surface de séparation des milieux, paru obéir à une sorte de divination plutôt qu'à un raisonnement rigoureux. Ce principe est cependant rigoureusement exact, si les deux milieux en contact sont incapables de propager des vibrations longitudinales, ou si la vitesse de propagation de ces vibrations est nulle, de sorte que la démonstration expérimentale de l'exactitude absolue des formules de Fresnel entraînerait, pour les deux milieux, la preuve que la seconde constante est nulle.

Cauchy, n'admettant pas que cette constante fût nulle, a été obligé d'introduire les vibrations longitudinales dans la réflexion, et est arrivé ainsi à des formules vérifiées par M. Jamin, et dont le résultat le plus saillant et indiscutable est celui de la polarisation elliptique par réflexion et par réfraction. M. Jamin a donné les valeurs de la constante ε, d'où l'on peut déduire la seconde constante ou le coefficient d'extinction des vibrations longitudinales dans les milieux transparents. Les valeurs de ε étant connues pour deux milieux, on doit pouvoir en déduire les phénomènes qui auront lieu quand un faisceau lumineux, propagé par un de ces milieux, se réfléchira sur l'autre, et prévoir le signe et la grandeur de la polarisation elliptique; dans cette seconde vérification des formules, M. Jamin et, plusieurs années après, M. Quincke n'ont pas été aussi heureux, et tout en faisant une large part aux erreurs d'observations, ont trouvé des résultats contradictoires avec les formules; il y avait donc là un point à éclaircir.

Si, au lieu de supposer qu'il y a un changement brusque dans la constitution de l'éther de part et d'autre de la surface de séparation de deux milieux, on suppose que cette modification ait lieu progressivement (comme on est obligé de le faire si on admet que l'augmentation de densité de l'éther des milieux transparents est due à une espèce d'attraction de la matière pondérable), en admettant l'incapacité absolue pour l'éther de transmettre les vibrations longitudinales; on pourra, ou appliquer les formules de Fresnel à une infinité de réflexions et réfractions sur des milieux dont les indices sont infiniment peu différents, en tenant compte, comme on le fait dans la théorie des anneaux colorés, des réflexions successives, ou, mieux

encore, appliquer les principes relatifs à la coexistence de mouvements vibratoires quelconques dans tous ces milieux.

Si l'on étudie alors la polarisation du rayon réfléchi provenant d'un incident polarisé, on la trouve elliptique, comme il est facile de le voir *a priori,* et la différence de phase entre les deux composantes du rayon est donnée par une formule identique avec celle de Cauchy. Il en est encore de même pour le rayon réfracté.

Les expériences de M. Jamin ne permettent donc pas de décider entre les deux hypothèses, mais la seconde suggère d'autres vérifications. En étudiant seulement la composante parallèle à la surface de séparation, c'est-à-dire le rayon polarisé dans le plan d'incidence, on trouve qu'il existe, dans l'épaisseur de la couche de transition entre les deux milieux, un plan tel, que l'incident et le réfléchi, ainsi que le réfracté, sont concordants sur ce plan (qui peut, au point de vue optique, être considéré comme la surface de séparation), quelle que soit l'incidence. Ce plan est théoriquement défini par la condition que, si n est l'indice variable de l'éther, z la distance de la couche d'indice n au plan cherché, l'intégrale $\int z d.n^2$ soit nulle. Supposons que le second milieu étant du verre, le premier soit tantôt de l'air, tantôt de l'eau, tantôt un autre liquide, il n'y aura aucune raison, bien que le verre soit resté absolument à la même place, pour que le plan défini par la condition $\int z d.n^2 = 0$ reste le même, et au point de vue optique, le plan de séparation des deux milieux aura varié. De même, si une lame mince est entourée de milieux différents, son épaisseur optique sera différente dans chaque milieu. Bien que j'aie vérifié expérimentalement qu'il en était ainsi en ne mettant en jeu qu'une surface de séparation, le second procédé est peut-être préférable, puisque le phénomène se trouve doublé. Il suffit de prendre deux lentilles, entre lesquelles on produit des anneaux colorés, et on fait apparaître la tache centrale autant que possible. On regarde les anneaux au moyen d'une lunette, et on introduit une goutte de liquide. Si la lunette est munie d'un réticule, on s'assure facilement de l'invariabilité du système d'anneaux produits dans l'air, tant que le liquide n'a pas remplacé l'air, et on s'assure également que, une fois que le liquide est arrivé en un point, les anneaux formés en ce point ne se modifient plus, quelle que soit l'extension ultérieure du liquide, et, par conséquent, pendant la substitution du liquide au gaz, il n'y a pas de changement appréciable de la distance des deux surfaces limitant la lame mince.

Cette vérification faite, on mesure les anneaux dans l'air et

dans le liquide; on peut ainsi construire par points une ou plusieurs sections de la lame; la largeur de l'anneau étant une abcisse, et son numéro, multiplié par une constante, l'ordonnée; la valeur de la constante est connue lorsqu'on opère sur un liquide d'indice déterminé et sous un angle qu'il est toujours facile d'obtenir avec une approximation suffisante.

On obtient ainsi, pour les mesures faites dans l'air et les mesures faites dans un liquide, deux diagrammes qui seraient identiques si la présence du liquide n'avait pas modifié l'épaisseur optique de la lame mince. En opérant avec du crown, j'ai trouvé que la différence (constante) des ordonnées augmentait avec l'indice du liquide interposé, de sorte que l'on peut dire que la surface de séparation s'enfonce d'autant plus dans le verre que l'indice du liquide est plus grand.

Si l'on a des verres suffisamment bien taillés pour pouvoir être considérés comme sphériques et que leur mode de compression ne détermine pas une trop grande déformation, on a dans l'air et le liquide, entre les diamètres et les numéros des anneaux, des relations de la forme

$$d^2 = kn + l, \qquad d^2 = k' n + l',$$

et les constantes l et l' ne sont jamais les mêmes comme elles devraient l'être si la surface optique de séparation était invariable; sous l'incidence normale surtout la différence paraît sensible à cause de la plus grande précision et de la plus petite valeur de k, mais la différence $l - l'$ ne change pas de grandeur avec l'incidence dans la limite des erreurs d'observation.

L'hypothèse de Cauchy ne paraît donc pas nécessaire pour expliquer la polarisation elliptique; elle est en contradiction avec certains faits que l'hypothèse de la continuité dans la constitution de l'éther permet d'admettre, puisque rien jusqu'ici ne permet de prévoir suivant quelles lois l'indice doit varier dans la couche de transition. Cette dernière, associée à la condition que l'éther est incapable de propager des vibrations longitudinales, paraît donc préférable.

Il faut ajouter que les formules relatives à la réflexion et à la réfraction, déduites des principes de la continuité des déplacements parallèles à la surface de séparation et de l'identité des forces élastiques des deux côtés de la surface, entraînent, en appliquant le principe des forces vives, la proportionnalité de l'indice à l'inverse de la racine carrée de la densité et l'égalité du coefficient qu'on peut appeler d'élasticité de l'éther dans le vide et dans les milieux transparents. Je reviendrai ci-dessous sur la difficulté apparente que présente la dispersion.

Il est difficile d'admettre que si, dans les corps transparents isotropes, l'éther présente la même élasticité que dans le vide, il puisse en être autrement dans les corps non isotropes. On conçoit, en effet, que l'action de la matière sur l'éther, dans ces derniers corps, ne doit différer de l'action de la matière dans les corps isotropes que par son intensité dans des directions variables, et non par sa nature.

On est ainsi conduit à attribuer les propriétés particulières des cristaux non plus à une différence d'élasticité dans des directions diverses, mais à une distribution particulière, variable avec la direction de l'éther. La densité de celui-ci doit donc être variable, et elle ne peut être que périodique. Les équations du mouvement, dans cette hypothèse, ne différeront de celles des milieux isotropes que par la substitution d'une fonction périodique à la constante qui représente la densité, substitution qui est d'accord avec la supposition que les cristaux sont des agrégats de molécules semblables et semblablement orientés.

Cette substitution entraîne les conséquences suivantes : Une onde plane peut propager deux mouvements vibratoires seulement avec deux vitesses différentes. Les amplitudes et les directions de ces vibrations varient d'un point à un autre, mais si on substitue à ces amplitudes et à ces directions leurs moyennes, en négligeant les termes d'un ordre élevé, on trouve que ces directions, inclinées sur le plan de l'onde, se projettent sur ce dernier, suivant deux droites rectangulaires, et que les vitesses de propagation suivent les lois indiquées par Fresnel, et qui ont conduit à la surface de l'onde. Ces vibrations moyennes satisfont à un groupe de trois équations très simples qui, traitées comme les équations correspondantes des milieux isotropes, donnent les formules de la réflexion et de la réfraction cristalline.

La considération des termes d'un degré plus élevé montre que les vitesses de propagation doivent varier avec la durée de la vibration lumineuse (je dois renvoyer au Mémoire de M. Sarrau pour l'explication de la polarisation rotatoire des cristaux, et plus généralement de l'adaptation des phénomènes lumineux à la symétrie cristalline)(1), et mettent ainsi sur la voie de l'explication générale de la dispersion. Il suffit de se représenter les corps isotropes comme non absolument homogènes, mais comme présentant, par rapport à la densité de l'éther, une distribution tout à fait irrégulière, et telle que la densité moyenne prise suivant une direction quelconque, dans une longueur petite par rapport à une longueur d'onde, puisse être considérée

(1) Voir *Journal de mathématiques pures et appliquées*, t. XII et XIII.

comme constante. Les vibrations oscillent dans le corps transparent autour de la vibration moyenne, que seule nous pouvons atteindre, et d'une manière différente pour chaque couleur. Le principe des forces vives exige alors que la vitesse de propagation varie avec la couleur. Cette explication est bien voisine de celle qui avait été proposée par Lamé, qui, considérant des points matériels distribués dans l'éther et vibrant avec lui, avait montré que cette hypothèse entraînait la dispersion, cette discontinuité dans la densité étant étrangère au raisonnement.

Les équations modifiées par la supposition de la variation de la densité ne permettent plus d'énoncer la propriété fondamentale de l'éther sous la forme de l'impossibilité de transmission des vibrations longitudinales, puisque la direction de la vibration varie, mais elles conduisent à cette proposition : « La densité de l'éther ne peut être modifiée par l'action de son élasticité seule, » une modification une fois produite par un agent extérieur subsistant toujours.

Cette étude ne serait pas complète si je n'ajoutais quelques mots relatifs aux métaux. On pourrait penser que les métaux, ou plus généralement les corps doués d'un pouvoir absorbant énergique (c'est-à-dire sensible pour une épaisseur comparable à une longueur d'onde) ne diffèrent des corps transparents que par une attraction plus considérable exercée par la matière pondérable sur l'éther. Mais si l'on suppose l'éther d'une densité périodique, sollicité indépendamment des forces élastiques par des centres de forces distribués d'une manière périodique, mais invariable, il n'en résultera aucune modification dans les directions et amplitudes des vibrations moyennes. Cette hypothèse rejetée, il faut admettre que les molécules matérielles dont l'intervention est nécessaire sont elles-mêmes en mouvement, et cette supposition est d'autant mieux justifiée qu'elle dérive naturellement de l'équivalence du travail et de la chaleur; de plus, cette action de la matière serait nulle si on lui attribuait un mouvement identique à celui de l'éther ambiant; l'hypothèse la plus plausible est, qu'à chaque instant, la matière enlève à l'éther une certaine quantité de force vive, pour la transformer en chaleur, qui se répand par conductibilité ou rayonnement. La force qui, appliquée à chaque molécule d'éther, produirait le même effet que la matière, doit dépendre de la vitesse relative de ces deux milieux, et comme première approximation au moins, être proportionnelle à cette vitesse; comme, de plus, les mouvements de la matière et de l'éther sont entièrement discordants, la moyenne des vitesses de l'éther relativement aux molécules matérielles doit être la vitesse absolue de l'éther. Dans les milieux isotropes, nous ajouterons donc à l'expression de la

force produite par le déplacement relatif des molécules de l'éther une force proportionnelle à la vitesse dirigée en sens contraire. Les équations ainsi obtenues sont linéaires, ce que l'expérience justifie, puisqu'on n'est pas parvenu à montrer de différences entre les phénomènes produits par des ondes lumineuses d'intensités différentes. Un corps absorbant isotrope sera alors caractérisé par deux fonctions, l'une, la densité de l'éther, l'autre, le coefficient de résistance.

De même que pour les corps transparents on peut substituer à la densité variable avec les coordonnées une densité variable avec la durée de la vibration, on pourra substituer aux deux coefficients, fonctions des coordonnées, deux coefficients variables avec la longueur d'onde.

Cette double dispersion, beaucoup plus intense pour les métaux que pour la plupart des corps transparents, trouverait sa raison d'être dans une variation plus rapide de la constitution de l'éther à l'intérieur du milieu.

L'existence de ces deux coefficients complique nécessairement les lois de la propagation, de la réflexion et de la réfraction dans de tels milieux. Ainsi la vitesse de propagation peut varier d'une onde à une autre, suivant l'angle que forme le plan de l'onde, avec un plan que j'appellerai *plan d'absorption*, tel que les amplitudes des points également distants de ce plan soient égales. de telle sorte que si d est la distance au plan d'onde, d_1 celle au plan d'absorption, $\varkappa_1$ et λ_1 deux constantes, la vibration est représentée par une expression de la forme $Ce^{2\pi\frac{d_1}{\varkappa_1}}\cos 2\pi\left(\frac{t}{\tau}-\frac{d}{\lambda_1}\right)$ et dirigée dans le plan d'onde.

Les constantes λ_1 et $\varkappa_1$ étant liées par les équations

$$\frac{1}{\lambda_1^2}-\frac{1}{\varkappa_1^2}=\frac{1}{\lambda_1^2}-\frac{1}{\varkappa_2^2}, \qquad \frac{1}{\lambda\varkappa}=\frac{1}{\lambda_1\varkappa_1}\cos\alpha$$

α étant l'angle des deux plans d'onde et d'absorption.

Les constantes λ^2 et x^2 sont caractéristiques du milieu; elles sont liées aux constantes choisies par Cauchy, par les relations

$$\lambda_0=\lambda\theta\cos\varepsilon, \qquad \lambda_0=\varkappa\theta\sin\varepsilon,$$

en désignant par λ_0 la longueur d'onde dans le vide de la lumière considérée; on a encore appelé $\frac{\lambda_0}{\lambda}$ l'indice de réfraction sous l'incidence normale, et $\frac{\lambda_0}{\varkappa}$ le coefficient d'extinction sous cette même incidence.

Les vérifications expérimentales dont ces formules sont susceptibles, sont, comme pour les corps transparents, relatives les unes à

la réflexion, les autres à la réfraction ou à la propagation dans le milieu absorbant.

Cauchy a donné, en supposant la discontinuité absolue entre l'éther du vide et celui du milieu absorbant, les intensités des rayons réfléchis polarisés dans les deux azimuts principaux, et la différence de phase des deux rayons; les formules données par lui dérivent directement des principes de Fresnel. Les expériences de M. Jamin, de MM. de Laprovostaye et Desains ont montré que ces formules représentaient approximativement les phénomènes. Ces vérifications sont forcément approchées, parce qu'il est impossible d'opérer sur une lumière parfaitement homogène et suffisamment intense, et que les deux coefficients varient avec rapidité, en passant d'une longueur d'onde à une autre.

Si l'on admet que, pour les corps transparents, la variation rapide de la densité de l'éther, dans le voisinage de la surface, est la cause de la polarisation elliptique, cette cause devra subsister également dans la réflexion métallique; mais celle-ci étant toujours d'une ellipticité prononcée, la perturbation introduite est peu sensible et échappe à des mesures qui n'ont pas, par elles-mêmes, une très grande précision. Son effet se confond avec celui que produirait une petite variation dans les constantes. Quoiqu'elle échappe à des mesures directes, on peut mettre cette perturbation en évidence, en étudiant la réflexion successivement dans l'air et dans un autre milieu transparent. Les constantes θ et ε étant déterminées par la réflexion dans l'air, il résulte des formules ci-dessus que, pour la réflexion dans un autre milieu, ε doit rester le même, et θ être divisé par l'indice de ce milieu; par suite, on peut calculer l'incidence principale dans le second milieu en fonction de θ et ε; il n'y a jamais concordance entre l'observation et le calcul; la différence est surtout sensible, si, à l'air, on substitue un liquide très réfringent comme le sulfure de carbone

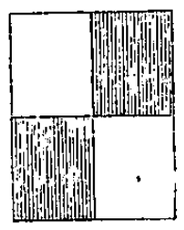
J'ai cherché une autre vérification de ces formules dans la recherche directe du retard afférent à chaque rayon individuellement. Dans l'hypothèse de la discontinuité absolue de l'éther, les rayons incidents, réfléchis et relatés, sont concordants à la surface de séparation des milieux transparents; ils ne doivent pas l'être à la surface de séparation d'un milieu transparent et d'un milieu absorbant. Le réfléchi est en retard d'une certaine quantité sous l'incidence normale, et ce retard diminue jusqu'à 0 ou augmente jusqu'à $\frac{\lambda}{2}$ suivant qu'il s'agit du rayon polarisé dans le plan ou perpendiculairement au plan d'incidence. J'espérais que la perturbation introduite

par la couche de transition, n'ayant pas d'influence sensible sur les phénomènes de polarisation elliptique, ne s'opposerait pas à une vérification approximative.

Le procédé employé était le suivant : un goniomètre de Babinet est réglé, et l'oculaire, à fort grossissement, muni d'un micromètre. Si on place entre les deux objectifs une double fente, on aperçoit des franges d'interférence dans le champ de l'oculaire. Si on déplace la double fente perpendiculairement à l'axe de l'objectif, les franges restent fixes, et cette fixité est même un excellent moyen de constater que les fils du réticule sont bien dans le plan focal conjugué de la fente du collimateur. Ces franges sont encore fixes, si on interpose un miroir entre la double fente et la lunette, ou encore un prisme dont une face réfléchit, tandis que les deux autres réfractent. (Si l'on opère avec de la lumière blanche, il est bon de prendre comme face réfléchissante la base d'un prisme isocèle, pour que la frange centrale conserve son caractère.)

La légère courbure qui existe toujours dans les faces d'un prisme taillé déplace un peu le foyer, quand l'incidence change; et pour des expériences précises, on doit construire une table donnant le foyer pour chaque position du prisme. Si l'on argente la face réfléchissante, les franges conservent encore la même fixité quand on déplace transversalement la double fente; mais si on désargente une portion de cette face limitée par des lignes parallèles aux franges, on voit que lorsque, par le mouvement donné à la double fente, on vient à faire tomber l'un des pinceaux lumineux sur la partie argentée et l'autre sur la partie nue, les franges se brouillent ou se déplacent; le phénomène ne devient net qu'en employant de la lumière polarisée dans un des plans principaux; il est facile alors de mesurer avec le micromètre le déplacement des franges (dans l'un ou l'autre plan de polarisation). La lecture sur le limbe du goniomètre donne, d'un autre côté, l'angle du rayon réfléchi émergent du prisme avec le rayon incident, et, par suite, avec une précision exagérée, l'angle réel d'incidence des rayons lumineux sur le miroir (air ou argent). Il est bon de s'assurer que, lorsque les deux faisceaux issus de la fente ont successivement pris les positions suivantes : 1° tous deux sur l'air; 2° un sur l'air, l'autre sur l'argent; 3° tous deux sur l'argent, elles sont revenues à leur position primitive. On peut doubler le déplacement apparent des franges, en enlevant sur la face argentée une bande parallèle aux franges et en donnant successivement aux faisceaux issus de la double fente les positions suivantes : 1° les deux sur l'argent; 2° un sur l'argent, l'autre sur l'air; 3° les deux sur l'air; 4° l'une sur l'air, l'autre sur l'argent; 5° les deux sur l'argent.

L'écart des franges entre les positions (2) et (4) est le double du retard qu'on veut évaluer. (Si on veut constater le phénomène sans le mesurer, il suffit de remplacer la fente du collimateur par un trou, et d'amener les faisceaux de la double fente sur une base de prisme désargentée, comme l'indique la figure ci-contre; on voit nettement le déplacement relatif des franges de la partie supérieure et de la partie inférieure du champ.)



(Fig. 11.)

En employant trois prismes dont l'angle, à la base, est 30°, 60°, 90°, on peut avoir toutes les incidences utiles, c'est-à-dire qui donnent au réfléchi sur l'air une intensité assez grande pour lui permettre d'interférer avec le réfléchi sur l'argent. Parmi toutes ces incidences, un petit nombre seulement est en deçà de la réflexion totale, et pour celles-là même, dès qu'on s'éloigne de quelques degrés, le rayon polarisé dans le plan d'incidence est seul utilisable. On obtient donc ainsi un petit nombre de valeurs du retard du rayon réfléchi sur le métal, par rapport au rayon réfléchi ordinairement sur l'air, et un plus grand nombre pour le rayon réfléchi totalement; les formules de Fresnel donnant la différence de phase pour le rayon réfléchi totalement, on peut avoir, par différence, le retard du rayon réfléchi métalliquement sur un rayon qui serait réfléchi sans perte de phase.

On peut encore opérer en mouillant la face argentée dans la partie mise à nu avec des liquides divers, la limite inférieure des incidences utiles s'élève; la réflexion totale n'arrive que pour des incidences plus élevées et peut être même supprimée; et, par suite, on peut comparer pour presque toutes les incidences (au moins pour les rayons polarisés dans le plan d'incidence) des rayons réfléchis ordinairement et des rayons réfléchis sur un métal, et même des rayons ayant subi une réflexion totale.

Si, pour un liquide donné où l'air, on construit une courbe donnant les retards (les incidences étant prisès comme abscisse), la courbe obtenue se compose de deux parties se coupant en un point d'arrêt, l'un correspondant aux incidences comprises entre $\frac{\pi}{2}$ et la réflexion totale, l'autre pour les incidences inférieures à celles de la réflexion totale. S'il y avait une surface unique, au point de vue optique, de séparation entre le verre et les différents milieux qui lui sont superposés (air, liquides), les portions de ces courbes devraient se superposer exactement tandis qu'on observe toujours une petite différence, diminuant quand l'incidence augmente; et cette différence subsiste avec la même loi quand on prolonge par le calcul la courbe dans la région relative aux réflexions totales, au moyen des formules de

Fresnel; de sorte qu'au point de vue optique, la surface de séparation du verre et des différents liquides diffère de quelques centièmes de longueur d'onde de la surface de séparation du verre et de l'air. (C'est en faisant ces expériences que l'existence de cette différence s'est révélée, et que j'ai été conduit à la mettre en évidence par des mesures d'anneaux colorés. On peut du reste se passer de métal si l'on dispose d'un goniomètre dont l'axe puisse être rendu horizontal; en collant une cuve à liquide derrière la face réfléchissante, on voit les franges se déplacer lorsque les faisceaux issus de la double fente tombent l'un sur l'air, l'autre sur le liquide.)

Cette méthode paraît présenter de grands avantages, comme exactitude, sur celle de M. Quincke (*Pogg. Annalen,* B. CXXXII, S.561) et qui consiste à observer les franges de diffraction produites sur le bord de l'argenture d'un miroir.

En employant de la lumière blanche, on constate facilement, pour de grandes incidences, que la différence de phase tend vers 0 (quelle que soit la polarisation) quand l'incidence tend vers 90°; on peut alors, par continuité, vérifier que la différence de marche est toujours inférieure à une longueur d'onde; il faut employer de la lumière sensiblement homogène dès que l'on veut obtenir quelque exactitude surtout lorsqu'on approche de l'angle de réflexion totale.

En comparant les courbes obtenues par l'expérience avec la courbe construite d'après les formules théoriques, on trouve une concordance tout à fait satisfaisante, si l'on donne aux constantes θ et ε des valeurs un peu différentes les unes des autres lorsque le milieu en contact avec le verre change, et comprises d'ailleurs entre les diverses valeurs déduites des expériences de M. Jamin et de M. Quincke pour l'argent; c'est tout ce que l'on peut demander. En effet, ces formules, au moins en ce qui concerne les rayons polarisés dans le plan d'incidence, donnent les différences de phases des rayons réfléchis considérés sur les surfaces optiques de séparation (verre — argent) et (verre — air ou liquide). Il n'y a aucune raison pour que ces surfaces coïncident, et par suite il conviendrait d'ajouter aux différences théoriques une expression de la forme $h \cos i$ pour avoir la différence réelle; si les valeurs de θ et ε pouvaient être obtenues avec exactitude, on pourrait s'en servir pour calculer h, mais les méthodes d'observation ne comportent pas une précision assez grande, surtout dans le cas d'une surface métallique déposée sur la face réfléchissante d'un prisme.

Il resterait à examiner maintenant les vérifications relatives à la propagation dans les milieux absorbants eux-mêmes. Toutes celles que j'ai tentées ont échoué, et je n'ai pu arriver à des résultats plus

concordants que ceux déjà observés par M. Quincke; les difficultés que je n'ai pu vaincre sont les suivantes : lorsque l'argent est déposé à la surface d'une lame de verre, en lame assez mince pour être transparente, les perturbations, à l'entrée et à la sortie de la lame, sont considérables par rapport à la quantité que l'on veut mesurer (le temps employé par la lumière pour traverser la lame), il faudrait donc pouvoir observer la différence entre les temps nécessaires pour traverser deux lames minces d'épaisseur connue, ou au moins dont la différence d'épaisseur serait connue, c'est-à-dire faire quatre opérations fort délicates pour obtenir la vitesse normale de propagation de la lumière. Encore faut-il que la différence d'épaisseur soit notable pour que la mesure du temps, qui ne peut se faire qu'à $\frac{1}{10}$ de vibration près, à cause de la grande différence d'intensité des rayons interférents, donne une différence de plusieurs dixièmes; l'une des épaisseurs est alors trop forte pour qu'on puisse obtenir des franges; on est, en effet, limité par la condition que la lame d'argent puisse être considérée comme ayant la même constitution qu'un fragment de métal, ce qui est fort hypothétique pour le léger nuage que produit une couche de $\frac{1}{20}$ de longueur d'onde d'épaisseur.

Les couches qui m'ont paru les plus faciles à manier avaient au plus $\frac{1}{5}$ de longueur d'onde d'épaisseur; pour celles-ci, j'ai pu chercher l'influence de l'obliquité sur le déplacement de franges, et trouvé constamment : 1° avec la lumière polarisée dans le plan d'incidence un déplacement dans le sens d'une avance de la lumière qui avait traversé l'argent; 2° avec la lumière polarisée dans le plan perpendiculaire, une avance pour les faibles incidences qui se transformait en retard pour les incidences plus fortes, mais l'incidence sous laquelle le déplacement des franges semblait nul est elle-même variable avec l'épaisseur de la couche d'argent. Le seul énoncé de ces résultats prouve que l'on suivrait une mauvaise voie en cherchant ainsi à déterminer l'indice de l'argent ou les vitesses de propagation des ondes diversement orientées; on se les explique du reste facilement, le déplacement des franges étant le résultat d'un phénomène complexe dans lequel entrent la vitesse de propagation et les anomalies apportées par les réfractions; de plus, pour des couches aussi minces, on doit avoir égard aux ondes réfléchies plusieurs fois à l'intérieur de la lame d'argent, qui viennent compliquer les calculs et les phénomènes.

L'expérience montre du reste l'existence des anomalies à la surface

et l'influence du peu d'épaisseur des lames. Faraday a montré que la lumière polarisée rectilignement est convertie en lumière elliptique par son passage à travers une lame métallique mince. Si l'on mesure, au moyen du compensateur Babinet, l'anomalie introduite entre les deux composantes, on trouve un retard croissant pour la composante polarisée perpendiculairement au plan d'incidence; mais de plus, en opérant sur des lames d'épaisseurs diverses, on trouve des retards qui, pour la même incidence, croissent avec l'épaisseur; ce dernier phénomène, inexplicable si on ne tient compte que de la première et de la dernière réfraction, s'explique aisément en faisant intervenir les réflexions multiples, en traitant la lame mince métallique comme on traite les lames minces transparentes dans la théorie dite *complète* des anneaux colorés.

En résumé, une théorie de la lumière fondée sur les hypothèses suivantes : dans tous les corps l'éther présente les mêmes propriétés fondamentales que dans le vide; les particules matérielles n'ayant d'autre effet que de gêner ses mouvements, soit seulement par une modification de son inertie (corps transparents idéaux), soit en outre par l'absorption et la transformation en chaleur de sa force vive (corps absorbants et métaux), suffit pour rendre compte de tous les phénomènes se prêtant à des mesures précises, réflexion et réfraction des corps transparents, réflexion sur les métaux, et elle donne le sens général des phénomènes (propagation dans les milieux absorbants) qui ont pu jusqu'ici être soumis à des vérifications de ce genre.

M. A. CORNU,

Professeur à l'École polytechnique.

Détermination de la vitesse de la lumière.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

M. Cornu fait un historique succinct des diverses méthodes ayant servi, tant en astronomie qu'en physique, à la détermination de la *vitesse de la lumière;* il fait ressortir l'importance de ce coefficient au point de vue de la connaissance exacte de la parallaxe du soleil, et expose les premiers résultats de ses recherches à ce sujet.

La méthode qu'il a adoptée est celle de M. Fizeau, c'est-à-dire la comparaison de la vitesse de la lumière à la vitesse de rotation d'une roue dentée. La disposition des appareils est la même que dans la

célèbre expérience faite par M. Fizeau, en 1849, entre Suresnes et Montmartre : les deux stations, choisies pour ces nouvelles mesures, sont toutefois notablement plus éloignées : l'une est une mansarde du pavillon de l'École polytechnique, l'autre, une chambre située dans l'une des casernes du Mont-Valérien, obligeamment mise à la disposition de M. Cornu par l'autorité militaire : leur distance est de 10,310 mètres.

Les perfectionnements principaux sont de deux sortes :

Le premier consiste à enregistrer électriquement la loi complète du mouvement de la roue dentée, en faisant tracer, sur un papier noirci, un signal correspondant au passage d'un nombre connu de dents : simultanément une clef électrique permet à l'observateur de pointer le moment de l'apparition ou de la disparition de la lumière de retour : un troisième système de signaux donnés par une horloge à secondes permet d'éliminer les inégalités de vitesse du mouvement de l'enregistreur. La discussion des tracés graphiques permet d'obtenir ainsi la vitesse absolue que possédait la roue dentée au moment où ces phénomènes d'apparition ou de disparition ont eu lieu : on sait que la lumière, en effet, disparaît quand la roue dentée possède une vitesse telle que la lumière ait le temps d'aller à la deuxième station et d'en revenir pendant que la roue tourne d'un nombre impair de demi-dents.

Le second perfectionnement consiste dans la construction du mécanisme moteur de la roue dentée, tant au point de vue de l'accroissement que de la régulation de la vitesse. M. Cornu a utilisé, dans ce but, les mécanismes d'horlogerie qu'on trouve dans le commerce, après en avoir supprimé le balancier, de façon que le dernier mobile tourne librement : il a constaté, non sans une certaine surprise, que l'on arrivait aisément à donner à ce dernier mobile des vitesses de 7 à 800 tours par seconde : la seule condition est de remplacer la roue d'échappement, d'ordinaire assez grossièrement faite, par une roue mieux travaillée, c'est-à-dire mieux centrée et plus légère. Un frein placé sur l'avant-dernier mobile permet de régler la vitesse.

Avec un semblable dispositif, M. Cornu a pu obtenir couramment la cinquième et la sixième extinction, et les employer à faire des mesures. En variant la force motrice et la grandeur des appareils, il a pu atteindre la dixième extinction, ce qui signifie que la roue dentée tournait de neuf dents et demie pendant le temps que la lumière mettait à parcourir la double distance des deux stations.

Le nombre d'observations obtenues ainsi dépasse plus de mille : leur discussion exige encore un long travail : toutefois, M. Cornu se croit en droit d'affirmer, dès maintenant, que le nombre définitif sera infé-

rieur à 300,000 kilomètres, se rapprochant ainsi beaucoup de la valeur obtenue par L. Foucault à l'aide du miroir tournant.

Parmi toutes les difficultés de l'expérience, il est bon de citer celle qui consiste à obtenir exactement la distance des stations. M. Cornu a utilisé à cet effet : 1° les mesures faites anciennement par les ingénieurs du cadastre et qui comprennent la distance du Panthéon à l'une des arêtes du bâtiment du couvent du Mont-Valérien transformé en caserne : c'est le bâtiment même où se trouve le collimateur à réflexion de l'appareil;

2° Les mesures faites par la Commission du plan de Paris donnant la distance au Panthéon d'un signal placé sur les glacis du fort;

3° Enfin, une mesure plus directe fondée sur l'observation des angles sous lesquels, de l'observatoire de l'École polytechnique, on voit les saillants des bastions n° 1, n° 2 et n° 5 de la fortification. La connaissance des dimensions absolues de la forteresse, déduite des plans que le Dépôt de la guerre avait obligeamment mis à la disposition de M. Cornu, lui ont permis, par le calcul simple de *deux segments capables,* d'obtenir une valeur plus directe de la distance des stations.

Les trois valeurs calculées sont assez concordantes; elles sont respectivement 10,310, 10,302, 10,320. La moyenne adoptée provisoirement coïncide avec la valeur déduite des nombres du cadastre, qui paraît offrir de très bonnes garanties.

M. Cornu donne ensuite la description de l'autre méthode propre à la détermination de la vitesse de la lumière, celle du *miroir tournant* de Foucault.

Les appareils, appartenant au cabinet de physique de l'École polytechnique, avaient été installés dans la salle même et fonctionnèrent sous les yeux des membres du Congrès. La turbine à air servant de moteur au miroir était mise en mouvement par la soufflerie d'une simple petite forge de laboratoire, et la lumière, réfléchie successivement sur cinq miroirs convexes, donnait une déviation d'environ un millimètre pour une vitesse de 400 tours à la seconde. L'oculaire grossissant environ dix fois, rendait cette déviation sensible aux yeux les moins exercés.

M. Cornu a terminé en indiquant les divers perfectionnements qu'il a apportés à la méthode du miroir tournant dans les recherches destinées à compléter son travail. Le plus important consiste dans l'enregistrement automatique du *son d'axe*. On sait, en effet, que la rotation rapide du miroir engendre une trépidation périodique qui finit par produire un son. Quant au procédé pratique, il ne diffère en rien du dispositif imaginé en collaboration avec M. Mercadier pour l'inscription directe et automatique des intervalles musicaux.

M. DES CLOIZEAUX.

Membre de l'Institut.

Mémoire sur les propriétés optiques les plus propres à déterminer le type cristallin des espèces naturelles ou artificielles dont les cristaux sont imparfaits ou offrent une forme limite.

Parmi les phénomènes optiques que présentent les espèces cristallisées transparentes, naturelles et artificielles, il en est qui varient avec la température à laquelle les cristaux *sont* ou *ont été* soumis, ou avec les remplacements isomorphes que peut admettre leur constitution chimique; il en est d'autres, au contraire, qui paraissent beaucoup plus constants dans les divers échantillons d'une même espèce; ceux-là seuls peuvent être considérés comme réellement caractéristiques et distinctifs. Ce sont eux qui ont été décrits et figurés dans un Mémoire que j'ai publié aux *Annales des mines,* (6e série, t. VI, année 1864), sous le titre de *Mémoire sur l'emploi du microscope polarisant et sur l'étude des propriétés optiques biréfringentes propres à déterminer le système cristallin dans les cristaux naturels ou artificiels.*

Avant de montrer le parti que l'on peut tirer de la manifestation de ces phénomènes, je dois d'abord rappeler la classification établie par Brewster en :

1° Cristaux du système cubique, dénués de double réfraction.

2° Cristaux des systèmes quadratique et rhomboédrique, dont toutes les formes sont symétriques par rapport à un axe principal cristallographique et qui sont doués de la double réfraction à un seul axe coïncidant avec cet axe cristallographique. Les plaques normales à l'axe principal montrent, au microscope polarisant, des anneaux concentriques *généralement* traversés par une croix noire dont chaque branche se termine par un long épanouissement.

Dans le cas où les cristaux jouissent du *pouvoir rotatoire,* la partie centrale de la croix noire s'évanouit complètement en ne laissant voir que ses épanouissements extérieurs, lorsque les plaques ont une épaisseur suffisante qui dépend de l'énergie de leur pouvoir rotatoire.

3° Cristaux des systèmes *rhombique* (prisme rhomboïdal droit), *clinorhombique* (prisme rhomboïdal oblique), *triclinique* (prisme doublement oblique) doués de la double réfraction à deux axes. Les plaques taillées sur les cristaux de l'un de ces trois systèmes cristallins, normalement à la bissectrice de l'angle aigu ou de l'angle

obtus que les axes optiques font entre eux, manifestent, au microscope polarisant, deux systèmes d'anneaux plus ou moins ovales, réunis par des *lemniscates,* et d'autant plus nombreux que la plaque est plus épaisse et sa double réfraction plus forte. Chacun de ces systèmes est traversé tantôt par une branche de croix, tantôt par une portion d'hyperbole, suivant que le plan des axes optiques est parallèle au plan de polarisation de l'instrument ou fait avec lui un angle de 45°. La branche de croix est souvent noire, et, dans certains cas seulement, elle apparaît bordée par des couleurs plus ou moins vives; la branche d'hyperbole, au contraire, offre le plus ordinairement des bordures colorées sur sa partie concave et sur sa partie convexe, et ce n'est qu'exceptionnellement qu'elle se montre entièrement noire. Branche de croix et branche d'hyperbole se terminent d'ailleurs, la première par un seul épanouissement, la seconde par deux épanouissements symétriques, noirs ou colorés en même temps qu'elles, et qui se prolongent plus ou moins loin, en dehors des anneaux.

Un microscope polarisant, doué du champ le plus étendu possible et se prêtant à l'observation des plaques cristallines dans l'air ou dans l'huile, permet d'apercevoir les deux systèmes d'anneaux, soit ensemble, soit séparément, suivant que les axes optiques sont plus ou moins écartés. On peut donc toujours examiner attentivement la forme de l'anneau central de chaque système et la disposition des couleurs accumulées aux deux extrémités de son plus grand diamètre ou de celles qui bordent la ligne dont il est traversé.

Or, les couleurs dont il vient d'être question, qu'on doit chercher à étudier avec leur intensité *maxima,* en faisant varier l'épaisseur des plaques observées, sont une conséquence de la dispersion des axes optiques; ce phénomène paraît être absolument *invariable* dans chaque espèce cristallisée; son appréciation constitue donc, avec celle de la position du plan qui contient les axes, le caractère le plus constant et le plus propre à confirmer ou à infirmer les déterminations cristallographiques incertaines.

Les premières remarques publiées sur les divers genres de dispersion que les axes optiques peuvent présenter sont dues à Herschel, à Nörremberg et à MM. Neumann et J.-H. Müller. Elles permettent d'établir les rapports suivants entre ces dispersions, l'orientation du plan des axes optiques et le type cristallin.

1° Cristaux du système rhombique, pouvant être rapportés à trois axes cristallographiques rectangulaires entre eux et inégaux, et ayant leurs axes optiques situés dans un des trois plans de symétrie qui comprennent deux de ces axes cristallographiques. Lorsqu'on opère

avec de la lumière blanche, les branches de croix qui traversent les deux systèmes d'anneaux, vus parallèlement ou perpendiculairement au plan de polarisation du microscope, sont toujours noires, mais les extrémités *intérieure* et *extérieure* de l'anneau central de chaque système sont occupées par des couleurs d'un rouge et d'un bleu plus ou moins pur et disposées symétriquement; la position relative de ces couleurs reste la même, si l'on tourne le plan des axes optiques à 45° du plan de polarisation; seulement, les branches d'hyperbole qui remplacent alors les branches de croix, sont bordées *intérieurement* et *extérieurement,* c'est-à-dire sur leur partie convexe et sur leur partie concave, par des couleurs en opposition avec celles des extrémités de l'anneau central correspondant, et plus ou moins vives suivant la plus ou moins grande dispersion des axes optiques.

Il suit de là que des hyperboles *extérieurement* rouges et *intérieurement* bleues traversent des anneaux dont l'extrémité extérieure est bleue et l'extrémité intérieure rouge; elles indiquent donc que les axes correspondant aux rayons rouges sont *moins* écartés que les axes correspondant aux rayons bleus. Tel est le cas du nitre, qu'on a cherché à représenter sur la figure 1, planche VIII, et qui se note $\rho < v$. Le cas opposé, qui se rencontre dans le plomb carbonaté et s'exprime par $\rho > v$, se manifeste par un arrangement inverse des couleurs bleue et rouge.

2° Cristaux du système clinorhombique, n'offrant plus qu'un seul plan de symétrie cristallographique et ayant leurs axes optiques compris dans ce plan ou dans un plan qui lui est perpendiculaire.

La symétrie optique étant intimement liée avec la symétrie cristallographique, il en résulte pour le premier cas, dans la forme des anneaux colorés et dans la disposition de leurs couleurs, une dissymétrie particulière qui a reçu le nom de dispersion *inclinée.* La figure 2 se rapporte aux cristaux dans lesquels les anneaux des deux systèmes ayant des formes différentes, les couleurs offrent pourtant le même arrangement aux extrémités correspondantes de chaque anneau central et autour des branches d'hyperbole qui les traversent, mais avec une différence d'éclat plus ou moins prononcée. C'est ce que présente le gypse, à la température ordinaire.

La figure 3 représente le phénomène propre aux cristaux où les anneaux des deux systèmes n'ont ni la même forme, ni le même arrangement de couleurs; c'est ce qu'on observe dans le diopside et le formiate de cuivre.

Lorsque les axes optiques sont situés dans un plan perpendiculaire au plan de symétrie cristallographique, ce plan de symétrie peut contenir la bissectrice de leur angle aigu, et alors la dispersion

est dite *horizontale,* ou bien il peut lui être normal, et on a la dispersion *croisée* ou *tournante.*

La figure 4 donne une idée de la dispersion *horizontale* qui se rencontre dans certains cristaux d'orthose.

La figure 5 se rapporte à la dispersion *tournante*, qui est très développée dans le borax.

3° Cristaux du système triclinique, ne possédant plus aucun plan de symétrie et ayant leurs axes optiques ouverts dans un plan dont l'orientation est quelconque par rapport aux faces du parallélipipède primitif.

En général, les branches de croix ou d'hyperbole qui traversent les deux systèmes d'anneaux, offrent ici, dans les couleurs de leurs bordures, la combinaison d'une dispersion *inclinée* plus ou moins marquée avec la dispersion *horizontale* ou *tournante.* Cette combinaison reste la même pour tous les échantillons d'une même espèce cristallisée.

En mettant à profit les phénomènes qui viennent d'être décrits, je suis parvenu à infirmer ou à confirmer la forme présumée ou la réunion, basée sur des caractères insuffisants, de plus de cent dix espèces cristallisées naturelles ou artificielles. Pour abréger, je ne citerai que les suivantes :

1° L'*amblygonite* et la *montebrasite* se trouvent en masses laminaires que leurs clivages et l'orientation du plan de leurs axes optiques conduisent à rapporter toutes deux au système triclinique; mais ces axes présentent, dans leurs diverses dispersions, des caractères tout à fait incompatibles. En effet, l'amblygonite offre $\rho > v$ et une dispersion *tournante* notable combinée avec une dispersion *inclinée* faible; la montebrasite, au contraire, montre $\rho < v$ et la combinaison d'une dispersion *horizontale* assez forte, avec une dispersion *inclinée* très marquée. Aussi, quoique les deux substances soient des fluophosphates d'alumine et de lithine de compositions très voisines, doit-on les regarder comme formant deux espèces distinctes. C'est ce que les analyses de MM. Pisani et de Kobell ont confirmé, en montrant que l'amblygonite contient, outre la lithine, des quantités variables de soude et est absolument anhydre, tandis que la montebrasite renferme de la lithine, généralement sans soude, et un peu plus de 4 pour 100 d'eau (1).

2° L'*autunite* et la *chalcolite*, longtemps regardées comme géométriquement et chimiquement isomorphes, ont dû être séparées lorsque leur examen optique m'eut appris que la première appartenait au système rhombique, avec une forme limite très voisine d'un prisme

(1) *Annales de chimie et de physique*, 4me sér., t. XXVII, p. 385.

carré, tandis que la seconde seule offrait le type quadratique. Cette séparation est devenue complète depuis que l'analyse des deux espèces, reprise par M. Pisani, a fait voir que l'autunite, phosphate d'urane et de chaux, renferme en réalité douze équivalents d'eau, tandis que dans la chalcolite, où la chaux est remplacée par du cuivre, on n'en trouve que huit (1).

3° La *bronzite* et l'*hypersthène*, qui se clivent suivant les faces d'un prisme de 93° et 87°, très voisin de celui du pyroxène, avaient été, depuis Haüy, regardées par les chimistes comme de simples variétés de ce minéral. Mais leurs caractères optiques m'ont prouvé que leur forme cristalline dérivait d'un prisme rhomboïdal droit et que, par conséquent, elles ne pouvaient être rangées parmi les membres du groupe pyroxénique. J'ai, de plus, fait remarquer que, comme leur isomorphe l'*enstatite*, bisilicate de magnésie abondant dans certaines roches terrestres et dans quelques météorites, elles étaient entièrement dénuées de chaux, tandis que cette base paraissait essentielle à toutes les variétés de pyroxène (2).

4° La *Carnallite*, chlorure double de magnésium et de potassium trouvé aux mines de Stassfurt, avait été obtenue artificiellement par M. Rammelsberg, sous forme de cristaux offrant une base et plusieurs pyramides que ce savant regardait comme appartenant au système hexagonal. J'ai reconnu, par l'examen optique, que ces pyramides dérivaient en réalité d'un prisme rhomboïdal droit, voisin de 120° (3).

5° *Cryolite*. Avant qu'on eût découvert des cristaux mensurables de cette substance, autrefois si rare, j'avais annoncé que les propriétés optiques de ses masses laminaires ne pouvaient se rapporter qu'à un prisme doublement oblique, dont j'avais donné quelques mesures approximatives. Les observations cristallographiques de M. Websky, publiées en 1867 dans le *Neues Jahrbuch* de Leonhard et Bronn, sont venues confirmer mes premières indications (4).

6° La *Gadolinite* s'est pendant longtemps présentée en cristaux si imparfaits, que les minéralogistes qui s'en sont occupés, lui ont attribué tantôt une forme rhombique, tantôt une forme clinorhombique. Par un hasard malheureux, tous les beaux cristaux trouvés depuis quelques années à Ytterby, en Suède, sont monoréfringents et paraissent être des pseudomorphoses. Mais on a rencontré à Hit-

(1) *Annales des mines*, t. XIV, p. 377, année 1858, et *Comptes-Rendus* des séances de l'Académie des sciences, t. LII, p. 817, avril 1861.

(2) *Annales de chimie et de physique*, 4me sér., t. I, p. 315, mars 1864.

(3) *Nouvelles recherches sur les propriétés optiques des cristaux*. Mémoires présentés à l'Institut par divers savants étrangers, t. XVIII, p. 556, année 1867.

(4) Même recueil, p. 711.

teröe, en Norwége, des échantillons biréfringents dont les caractères optiques ne laissent subsister aucun doute sur le système cristallin du prisme clinorhombique, très voisin d'un prisme rhomboïdal droit, auquel on doit les rapporter (1).

7° *Harmotome*. J'avais déjà cherché à prouver, en 1847, dans le tome XII des *Annales des mines*, que l'harmotome barytique ne devait pas être regardé comme chimiquement isomorphe de la Christianite ou harmotome calcique. Mais, jusqu'en 1868, il était resté des doutes sur la véritable forme de la première espèce, qui se présente toujours en cristaux maclés, plus ou moins laiteux. A cette époque, quelques plaques suffisamment transparentes m'ont permis de constater que les axes optiques offrent une dispersion *tournante* assez notable; de plus, sous l'influence de la chaleur, le plan dans lequel ils sont situés éprouve, autour de la bissectrice aiguë, une rotation analogue à celle que j'ai signalée dans le borax et la Brewstérite. L'harmotome barytique appartient donc, incontestablement, au système clinorhombique (2).

8° *Hydrargillite*. Ce minéral excessivement rare, de l'Oural, avait été décrit par M. de Kokscharow, comme cristallisant en tables dérivant du prisme hexagonal régulier. Mais les caractères optiques de ces tables, constatés sur des lames de clivage parallèles à la base, ont fait voir qu'en réalité la substance a pour forme primitive un prisme rhomboïdal oblique, très voisin de 60° (3).

9° *Lanarkite*. Ce minéral très rare, de Leadhills, en Écosse, avait été décrit dès 1820 par Brooke, comme un sulfo-carbonate de plomb. Ses aiguilles, plus ou moins épaisses, à faces arrondies, ne se prêtant que bien rarement à des déterminations cristallographiques, on admettait, comme un de leurs caractères distinctifs, la propriété de s'attaquer en partie par l'acide azotique, avec une faible effervescence. Or, les échantillons qui existent dans les collections publiques ou privées de Paris ne présentent aucun ce caractère; on a donc pu les prendre pour des cristaux mal conformés de sulfate de plomb, jusqu'au jour où l'examen dans l'huile, au microscope polarisant, d'une aiguille provenant d'un morceau de l'ancienne et célèbre collection Allan, m'a révélé l'existence d'une magnifique dispersion *inclinée*, qui annonce la forme clinorhombique de la substance. Une nouvelle analyse de M. Pisani vient de montrer que sa véritable composition est celle d'un sulfate basique de plomb.

10° *Liroconite*. Les cristaux de cet arseniate de cuivre, de Cornwall,

(1) *Annales de chimie et de physique*, 4me sér., t. XVIII, p. 305, novembre 1869.
(2) *Annales de chimie et de physique*, 4me sér., t. XIII, p. 417, année 1868.
(3) Mémoires présentés par divers savants étrangers à l'Institut, t. XVIII, p. 648.

ont été regardés comme des octaèdres rectangulaires droits, jusqu'à ce que l'examen de leurs propriétés optiques m'ait permis de les rapporter à leur véritable type cristallin, le système clinorhombique (1).

11° *Polybasite.* L'existence de deux axes optiques écartés, reconnue sur des lames excessivement minces et suffisamment transparentes de ce sulfo-antimoniure d'argent et de cuivre, m'a conduit à lui assigner pour forme primitive un prisme rhomboïdal droit, très voisin de 120°, au lieu du prisme hexagonal régulier admis jusqu'en 1867 (2).

12° La *Sillimanite,* que l'imperfection habituelle de ses cristaux et sa composition chimique avaient fait rapprocher du disthène, offre, dans l'orientation du plan qui contient ses axes optiques et dans la symétrie de leur belle dispersion, la preuve qu'elle appartient au type rhombique et qu'elle constitue une espèce distincte du disthène. L'analyse de M. Damour, rapportée dans mon *Manuel de minéralogie,* page 179, a pleinement confirmé la nécessité de cette séparation (3).

13° *Sulfates de strychnine.* On savait, il y a une quinzaine d'années, d'après la description contenue dans le *Handbuch der krystallographischen Chemie,* de M. Rammelsberg, et d'après les observations de Schabus, qu'il devait exister deux sulfates de strychnine cristallisant, l'un en octaèdres carrés, l'autre en prismes rhomboïdaux *droits.*

En étudiant ces sels, j'ai fait voir que les octaèdres carrés, contenant, d'après M. Berthelot, 13 équivalents d'eau, se produisent toujours dans une dissolution dont la température ne dépasse pas 20° C. et qu'ils possèdent le pouvoir rotatoire *gauche,* comme cette dissolution elle-même; les cristaux prismatiques, qui ne renferment que 12 équivalents d'eau, s'obtiennent au contraire avec une température de 30° à 40°, et leurs axes optiques offrent une belle dispersion *horizontale,* compatible seulement avec un type clinorhombique dont j'ai décrit les principales formes (4).

14° *Triplite.* Ce phosphate de manganèse et de fer se présente, aux environs de Limoges, en belles masses vitreuses brunes, clivables suivant deux directions rectangulaires entre elles, mais qui, jusqu'ici, n'ont pu être l'objet d'aucune détermination cristallographique directe. Seulement, les axes optiques s'ouvrant dans un plan parallèle à l'un des deux clivages et manifestant une dispersion *inclinée* bien marquée, on peut être assuré que le minéral appartient au système du prisme rhomboïdal oblique (5).

( ) Sur l'emploi des propriétés optiques biréfringentes pour la détermination des espèce cristallisées. *Annales des mines,* t. XIV, p. 407, année 1858.

(2) Mémoires présentés par divers savants étrangers à l'Institut, t. XVIII, p. 595.

(3) *Annales des mines,* t. XVI, p. 225, année 1859.

(4) *Annales des mines,* t. XI, p. 339, année 1857.

(5) Mémoires présentés par divers savants étrangers à l'Institut, t. XVIII, p. 690.

15° *Wöhlérite*. La grande rareté et l'imperfection des cristaux de Wöhlérite ont longtemps rendu difficile une détermination exacte de leurs formes cristallines. L'apparente symétrie des tables rectangulaires qui constituent la plupart de ces cristaux, nous avait fait croire, à Dauber et à moi, qu'ils appartenaient au système rhombique, et, chacun de notre côté, nous les avons décrits comme tels. Grâce à la couleur jaune et à la faible transparence de la substance, il a fallu une étude délicate, faite sur des lames très minces, extraites de cristaux convenablement choisis, normalement avec deux bissectrices, pour me faire reconnaître que les axes optiques offraient la dispersion *horizontale* autour de leur bissectrice aiguë et la dispersion *tournante* autour de leur bissectrice obtuse; cette étude m'a donc forcément conduit à regarder comme *clinorhombique* le prisme rhomboïdal, voisin de 90°, auquel peuvent être rapportées très simplement toutes les formes observées par Dauber et par moi (1).

16° *Wolfram*. La question de la véritable forme primitive du wolfram a toujours été très controversée parmi les minéralogistes et les chimistes, les uns le rapportant au type rhombique, les autres au type clinorhombique. La plupart des échantillons de ce minéral étant opaques, la question ne paraissait pas susceptible d'être résolue par des observations optiques. Heureusement que, parmi les variétés de wolfram, riches en maganèse et pauvres en fer, il s'en trouve d'assez transparentes, en lames très minces (wolfram de Bayewka, Oural, Hübnérite de Nevada), pour se prêter à une détermination de l'orientation de la bissectrice des axes optiques. Cette orientation prouve que le prisme rhomboïdal, à base faiblement oblique, qu'on est conduit à prendre pour solide primitif, appartient certainement au système clinorhombique (2).

17° *Zoïsite*. Ce minéral, dont la composition chimique s'exprime par la même formule générale que celle de l'épidote, et qui n'en diffère que par une proportion un peu plus faible d'oxyde ferrique, n'était connu, il y a une douzaine d'années, qu'en masses bacillaires, facilement clivables suivant une seule direction; aussi le réunissait-on généralement au groupe des épidotes. M. Brooke avait seulement signalé quelques cristaux imparfaits, très rares, qui ne paraissaient pas pouvoir rentrer dans ce groupe. L'étude optique des masses bacillaires m'a conduit à prouver que les formes cristallines de la Zoïsite, dérivant d'un prisme rhomboïdal droit, étaient absolument incompatibles avec celles de l'épidote, et que si les deux substances

(1) *Annales de chimie et de physique*, 4e série, t. XIII, p. 425, année 1868.
(2) *Annales de chimie et de physique*, 4e série, t. XIX, p. 168, année 1870.

présentaient l'isomorphisme chimique, elles étaient géométriquement différentes.

Vers 1863, on a trouvé aux États-Unis de jolis cristaux, qui m'ont été communiqués par M. Shepard, et qui sont venus compléter les données cristallographiques que j'ai reproduites dans mon *Manuel de minéralogie* (1).

Les exemples précédents suffiront, je l'espère, pour faire voir que, dans les cas douteux d'espèces imparfaitement cristallisées ou possédant des formes *limites*, une détermination exacte de ces espèces exige absolument l'intervention de quelques-unes de leurs propriétés optiques biréfringentes. Il est, en effet, certain que les procédés d'investigation physiques ou chimiques qui, employés *seuls*, peuvent parfois rester impuissants pour établir, par exemple, la réunion ou la séparation de plusieurs substances voisines, acquièrent, avec le concours de ces propriétés, un très grand degré de certitude, et l'on peut dire qu'ils finissent toujours par s'accorder avec elles pour arriver aux mêmes conclusions.

M. PETIT,

Chef d'atelier au Chemin de fer du Midi.

Appareil télégraphique imprimeur.

(Extrait.)

(Séance du 11 Septembre 1872.)

On sait que, généralement, dans l'exploitation des chemins de fer, les transmissions télégraphiques s'effectuent au moyen de l'appareil à cadran, appareil simple et d'une manipulation facile, mais qui ne laisse malheureusement aucune trace des dépêches.

A ce système primitif et qui ne répond qu'incomplètement aux nécessités actuelles du service, M. Petit a ajouté un mécanisme peu compliqué, qui s'adapte au récepteur et qui le transforme en imprimeur. Quant au manipulateur à cadran, il ne subit aucun changement, et sa manœuvre, par conséquent, reste la même. L'appareil ainsi modifié, permet d'obtenir des dépêches qui s'impriment directement en caractères ordinaires sur une bande de papier, ce qui assure efficacement la vérification et le contrôle de toutes les transmissions.

En résumé, le système présenté par M. Petit n'est qu'une addition aux appareils actuellement en usage, et convient particulièrement aux Compagnies, qui pourront ainsi utiliser leur vieux matériel et bénéficier, au moyen d'une simple transformation, de tous les avantages de l'imprimeur.

(1) *Annales des mines,* t. XVI. p. 219, année 1859.

M. G. DUBROCA.

L'Alcoomètre doloscope, révélateur des fraudes sur les eaux-de-vie.

(Séance du 12 Septembre 1871.)

MESSIEURS,

Ainsi que l'annonce le programme, je vais avoir l'honneur de traiter devant vous la question des diverses fraudes pratiquées usuellement sur les eaux-de-vie, et, subsidiairement, j'indiquerai le moyen propre à déterminer la quantité d'alcoolisation des vins rouges.

Les eaux-de-vie, Messieurs, livrées à la consommation par le haut et le petit commerce, subissent depuis longtemps certaines manipulations frauduleuses, qui peuvent se ranger en quatre catégories :

1° Fraude par mélange d'alcool réduit ou mouillé;
2° d° rabaissement ou mouillage simple;
3° d° rehaussement;
4° d° distillation.

Développons :

La fraude par *mélange d'alcool réduit* consiste à ramener, par *mouillage,* le trois-six du commerce au titre de l'eau-de-vie pure que l'on veut falsifier, et à le mélanger, dans diverses proportions, avec cette eau-de-vie.

Le *mouillage simple* rabaisse à un titre inférieur, au moyen de l'eau, une eau-de-vie de pleine nature.

Le *rehaussement* implique une eau-de-vie faible que l'on remonte en y ajoutant telle quantité d'alcool de commerce d'un titre élevé.

Reste, enfin, la fraude par *distillation.*

Dans certains lieux, les Charentes par exemple, l'on a souvent recours à ce mode de tromperie qui semble entraîner l'impunité : des trois-six mouillés sont mélangés aux vins; puis, cette sorte de mixture, qu'on nous pardonne l'expression, est pompeusement distillée pour donner naissance aux premières eaux-de-vie du monde!..... Amère dérision!.....

Le lucre scandaleux réalisé par certaines maisons nous fit naître l'idée de rechercher un frein qui pût être opposé à toutes ces manœuvres. La tâche était lourde : il nous fallait lutter contre ces incroyables difficultés émanant de notre ignorance, sans doute; l'intime conviction devait alimenter notre courage.

Par l'effet du hasard, la théorie des vapeurs avait frappé notre

attention; nous l'étudiâmes avec soin, et nous conclûmes bientôt qu'elle pouvait servir de base à notre système.

Dès lors, tous nos efforts tendirent vers la création d'un appareil propre à l'étude de la force expansive des vapeurs d'eau-de-vie, comparée à la force des vapeurs d'un type invariable; les applications pratiques de la science nous servirent de guide, et cet appareil terminé reçut le nom d'*alcoomètre-doloscope*, par analogie des fonctions qu'il devait remplir.

La théorie que nous exposons, rendue pratique et industrielle, donne le moyen de déterminer sur une eau-de-vie, à l'aide du doloscope :

1° La proportion d'alcool de commerce qui lui serait frauduleusement ajoutée;

2° L'eau de rabaissement qu'elle pourrait contenir;

3° Et de constater, en outre, la quantité d'alcoolisation des vins rouges.

Nous venons de le dire, notre système est fondé sur la théorie des vapeurs :

Mesurer la force élastique de la vapeur engendrée, en vase clos, par une eau-de-vie suspecte; la comparer à celle produite par l'alcool absolu préalablement réduit, au moyen de l'eau distillée, au titre de cette eau-de-vie, telle est la méthode que nous proposons pour arriver à la solution du problème doloscopique.

La mise en œuvre de ce simple énoncé implique, comme il est aisé de le comprendre, l'emploi d'une chaudière à vapeur comprimée, munie d'un manomètre servant à mesurer l'élasticité des vapeurs.

Nous pratiquons ce procédé, modifié, toutefois, par une combinaison d'expériences jumelles. Voici ce que nous entendons par cette dénomination : nous voulons dire des expériences faites simultanément, d'une manière identique, et qui, dès lors, subissent avec uniformité les influences de l'atmosphère et de la caléfaction.

Messieurs, j'expose à vos regards l'alcoomètre-doloscope afin de faciliter l'intelligence de son fonctionnement, à l'aide de la description sommaire qui va en être faite. Voulant ménager et votre bienveillante attention et vos précieux instants, j'éviterai de rentrer dans certains développements techniques dont l'utilité ne saurait être démontrée qu'au point de vue de la construction de l'appareil.

Une chaudière ou bouilloire, remplissant les fontions de bain-marie ou, mieux encore, de bain à vapeur, repose sur un socle creux qui sert de fourneau à esprit de vin. — Deux récipients clos plongent dans le bain; ils sont pourvus d'un boulon tubulaire servant de conduite à la vapeur engendrée par le liquide alcoolique qu'ils ren-

ferment, laquelle vapeur vient exercer sa pression sur des manomètres Bourdon. — Un thermomètre, suspendu hermétiquement dans l'intérieur de la bouilloire, ne laisse voir au dehors que sa tige graduée. — En regard, et derrière le thermomètre, se trouve une soupape de sûreté, agencée de sa romaine ou levier. — Les deux extrémités du fond rectangulaire de la chaudière sont armées d'une plaque mobile fixée par les boulons; leur enlèvement facilite le nettoyage intérieur; l'une d'elle porte un robinet d'écoulement. — Enfin, une enveloppe en bois entoure la chaudière et atténue la déperdition du calorique.

Vous remarquerez, Messieurs, que les manomètres Bourdon se trouvent pourvus d'un système d'index dont le jeu permet d'arrêter *subito* une expérience, en leur assignant une position invariable; par ce jeu, il est permis, sans se presser, de relever l'intervalle linéaire qu'ils affirment, sous l'influence de la tension des vapeurs, et d'en constater l'égalité ou la différence.

L'unité linéaire que nous avons adoptée correspond à la pression atmosphérique. Chacun sait que cette pression égale, à peu près, 1,033 grammes ou le poids d'une colonne de mercure dont la base aurait 1 centimètre carré et la hauteur 76 centimètres.

L'intervalle représentant ces 1,033 grammes se détermine comme il suit : on charge l'appareil d'eau distillée; le baromètre marque 760 millièmes, et conséquemment le point fixe de l'ébullition à l'air libre du bain-marie ne se manifeste qu'à la température de 100°. Dès lors, les vapeurs de l'eau distillée des récipients égalent la pression d'une atmosphère. Cette pression se traduit aux index par une hauteur dont l'importance est assujétie à la longueur de l'aiguille des manomètres. Ici, la hauteur que donne notre appareil est de 16 millimètres; on la divise en dix parties ou dixièmes d'atmosphère; l'espacement de chacune de ces parties mesure 1 millimètre 60 centièmes et représente un hectogramme. — L'hectogramme sera donc l'unité de poids, ou, si l'on veut, l'unité de résistance à laquelle nous comparerons la force expansive de nos vapeurs.

Il est aisé de comprendre qu'à la fin d'une expérience, l'aiguille des index manométriques s'arrête tantôt sur les lignes divisionnaires de la graduation, tantôt, mais le plus souvent, sur les interlignes de l'échelle. Dans ce dernier cas, la hauteur comporte, avec l'énoncé de ses unités, une fraction qu'il est indispensable de bien déterminer : on estime à l'œil nu cette fraction que l'on rectifie ensuite à l'aide d'un vernier. Le vernier évalue un centième d'hectogramme ou la résistance d'un gramme. Le gramme nous fournira donc le moyen de chiffrer, à un centième près, l'expansion d'une vapeur quelconque.

Toutes nos expériences se faisant par comparaison, il a fallu songer à un type invariable auquel on peut les comparer.

L'alcool absolu, obtenu à l'aide de l'hydrochlorate de chaux, se présenta à notre esprit; nous l'employâmes avec succès. Néanmoins, nous donnâmes, plus tard, la préférence à un alcool rectifié dont nous proposons l'usage. Voici sa préparation :

Prenez de l'alcool de commerce, bon goût, au titre de 92 à 95 degrés; rabaissez-le, au moyen de l'eau distillée, à 18 ou 20 degrés, et passez-le à un petit alambic pour l'obtenir, de nouveau, à 85 degrés environ. — Il nous est arrivé de répéter deux fois cette distillation sur le même alcool, mais nous reconnûmes bientôt qu'une seule opération, dans les conditions que nous venons de dire, était plus que suffisante et assurait la possession d'un excellent produit propre à toutes nos recherches. Ce produit, nous le nommerons *type comparé* ou tout simplement *type*.

Ceci posé, passons au fonctionnement pratique du doloscope.

Soit une eau-de-vie quelconque; déterminez-en le titre à l'aréomètre centésimal, après avoir ramené sa température à 15 degrés centigrades; pesez-en 10 grammes que vous renfermerez dans le récipient à droite, par exemple, en admettant l'hypothèse d'un titre à 54 degrés de richesse alcoolique. Agissez de la même manière au sujet du type comparé, réduit aussi à 54 degrés; pesez-en également 10 grammes que vous renfermerez, à leur tour, dans le récipient gauche.

La chaudière sera chargée d'une quantité d'eau ne dépassant point le fond hémisphérique des récipients; le bain-marie chauffera à vapeur comprimée.

Disposé de la sorte, l'alcoomètre-doloscope fonctionne jusqu'à ce que le thermomètre marque de 90 à 95 degrés; on enlève alors la soupape du bain-marie, et bientôt le point fixe d'ébullition se manifeste, à l'air libre, sous une température harmoniée à la hauteur du baromètre.

Les indications manométriques permettent alors d'appliquer des formules différentes suivant les circonstances, mais dont le détail n'a pas un rapport direct avec la physique et nous entraînerait trop loin.

M. C.-M. GARIEL,

Ingénieur des ponts et chaussées, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris

Sur la distribution du Magnétisme dans les aimants.

Le temps nous manque, Messieurs, pour traiter avec quelques développements la question complexe de la distribution du magnétisme dans les aimants: nous pourrons tout au plus vous indiquer le principe de la méthode que nous employons et les résultats que nous avons obtenus jusqu'à présent. Nous avons l'espoir de vous présenter des résultats plus complets dans une prochaine session.

L'idée première de la méthode dont nous nous servons a été indiquée par mes camarades et amis MM. Cornu et Baille (1); elle consiste dans le développement d'un courant d'induction dans un électro-aimant que l'on approche ou que l'on éloigne des différents points de l'aimant qu'il s'agit d'étudier. Sans vouloir entrer dans l'indication des dispositions que nous avons d'abord essayées, nous décrirons l'appareil tel que nous l'employons actuellement.

Un électro-aimant de petites dimensions est fixé à l'extrémité d'une tige en bois assez longue qui tourne autour d'un axe horizontal. Le fil qui entoure l'électro-aimant fait partie d'un circuit dans lequel se trouve un galvanomètre très sensible, dont les déviations feront connaître l'intensité du courant d'induction produit; un *inducteur,* dont nous expliquerons tout à l'heure la composition et l'usage, fait aussi partie du circuit. Avant d'entrer dans le détail d'une opération, donnons quelques renseignements précis sur ces diverses parties.

L'électro-aimant mobile comprend un noyau composé de sept morceaux de fil de fer bien recuit; le fil central dépasse les extrémités des fils qui l'environnent, afin que le contact ait lieu sur la moindre surface possible. Un fil de cuivre isolé, d'un faible diamètre et d'une longueur de 7 mètres environ, entoure le noyau de fer doux. Nous nous sommes attaché à avoir une bobine de très petites dimensions qui pût être considérée comme jouant le rôle d'un *plan d'épreuve* magnétique. Cette bobine est placée perpendiculairement au levier qui l'entraîne, mais elle y est adaptée de manière à pouvoir être retournée de 180° afin d'appuyer successivement sur l'aimant par

(1) Voir *Comptes-Rendus de l'Académie des sciences*, t. LXX, 20 juin 1870.

l'une et par l'autre extrémité. Disons, enfin, que le mouvement angulaire du levier est de 90° environ et que sa longueur est de 0^m25.

Le galvanomètre est un galvanomètre à miroir, que l'on observe avec une lunette qui en est à une distance de 2 mètres environ; la mire est située au-dessous de la lunette; elle est divisée en millimètres, et lorsque l'éclairage est convenable, on peut avec la lunette apprécier le dixième d'une division.

Expliquons maintenant ce qu'est l'inducteur dont nous avons signalé l'existence.

Le fil qui constitue le circuit s'enroule, en un point, sur une bobine creuse, à l'intérieur de laquelle un barreau aimanté peut se déplacer parallèlement à l'axe, soit dans un sens, soit dans l'autre, d'une quantité constante. On conçoit que le déplacement de cet aimant donne naissance à un courant d'induction qui, toutes choses égales d'ailleurs, doit présenter toujours la même intensité, et peut servir, par suite, de moyen de contrôle efficace.

Disons, enfin, qu'un commutateur est intercalé dans le circuit, ce qui permet de changer le sens du courant envoyé dans le galvanomètre. Ce commutateur offre une disposition particulière, mais qui n'a pas un rapport direct avec la question qui nous occupe maintenant.

Le levier qui porte le plan d'épreuve est entraîné par un chariot qui se meut parallèlement à lui-même. L'aimant est placé parallèlement à la direction du chariot. On peut évaluer le déplacement du chariot dans le sens parallèle à l'aimant et dans le sens perpendiculaire. Dans tous les cas, le plan d'épreuve n'est jamais mis en contact direct avec l'aimant, mais il en est séparé par une feuille de papier. Souvent, lorsque le déplacement du plan d'épreuve ne doit avoir lieu que dans un sens, une bande de papier qui porte des divisions est collée sur l'aimant et sert à évaluer ce déplacement.

L'appareil a été disposé de telle sorte que, pour chaque point, il fût possible d'effectuer tous les retournements possibles. Par l'emploi du commutateur, un même déplacement du plan d'épreuve donne dans le galvanomètre des actions de sens contraires; d'autre part, le plan d'épreuve peut se mouvoir soit en se rapprochant, soit en s'éloignant de l'aimant; enfin, pour corriger les erreurs qui proviendraient de ce que le noyau de fer doux du plan d'épreuve s'est aimanté, il est nécessaire de retourner celui-ci bout pour bout, ce qui est possible, comme nous l'avons dit. Il y a donc pour chaque point huit observations possibles. En réalité, nous en faisons quatre au plus, parce que l'expérience nous a montré que les déviations obtenues par l'éloignement ou le rapprochement du plan d'épreuve donnent des résultats identi-

ques et que, dans la pratique, l'éloignement se fait d'une manière plus commode. Nous effectuons toujours au moins deux lectures correspondant à deux positions différentes du commutateur; nous avons fait toujours le renversement du plan d'épreuve lorsqu'il a présenté des traces d'aimantation; celui qui nous sert actuellement n'étant *nullement aimanté,* nous n'effectuons ce retournement que de distance en distance et comme vérification.

La marche d'une expérience est trop facile à concevoir pour qu'il soit nécessaire de s'y arrêter; mais lorsque l'on veut faire une série de déterminations qui exigent plusieurs heures ou même plusieurs jours, il importe de prendre des précautions qui permettent de rattacher sûrement les observations les unes aux autres; c'est l'inducteur qui fournit les renseignements nécessaires.

Au commencement de chaque série, on détermine la déviation produite par le mouvement de l'inducteur à l'aide de quatre lectures (déplacement dans un sens, puis dans l'autre; répéter les observations après avoir inversé le courant à l'aide du commutateur). A la fin de la journée, on reprend la déviation dans les mêmes conditions, et si le résultat est le même, on peut considérer la série comme bonne. Si l'on veut, un autre jour, déterminer une nouvelle série qui puisse se rattacher à la précédente, on commence par mettre l'inducteur en action; si l'on obtient les mêmes nombres, on doit conclure que le circuit et l'inducteur sont restés identiques à eux-mêmes. On fait alors une lecture pour un point du barreau aimanté déjà étudié dans la série précédente; si l'on retrouve le même nombre, on peut conclure que l'état magnétique du barreau en expérience n'a pas varié, et la nouvelle série peut être considérée comme faisant entièrement suite à la précédente. Ces conditions se sont trouvées fréquemment réalisées.

L'exactitude des renseignements fournis par l'inducteur est très grande. Sur une déviation de 80 millimètres, il est rare que les différences atteignent 1 millimètre. Lorsque l'erreur est plus grande, on peut être assuré qu'il y a une cause perturbatrice qu'il faut éliminer. Dans des circonstances où l'erreur atteignait 4 à 5 millimètres, nous avons trouvé un allongement du fil qui soutient le barreau et par suite un frottement de celui-ci, ou bien nous avons pu reconnaître la présence de faibles masses de fer que l'on avait, par mégarde, placées à quelque distance. En un mot, nous croyons impossible de faire une étude sérieuse et complète sans l'emploi de ce procédé ou d'un autre analogue.

Nous représentons les résultats obtenus à l'aide de courbes dont les abscisses représentent les longueurs du barreau et les ordonnées, les

déviations *telles que nous les obtenons ;* aussi ces courbes diffèrent notablement de forme avec celles indiquées par Coulomb et par Biot (1). Ces déterminations sont faites, non seulement aux divers points de l'aimant, mais encore en dehors du barreau, soit sur son prolongement, soit latéralement. Nous représentons alors les résultats obtenus par l'étude du *champ magnétique* tout entier, par une surface topographique dont nous donnons la forme à l'aide de courbes de niveau.

Les études que nous nous sommes proposé de faire sont loin d'être complètes; il faut d'abord terminer les expériences dans un assez grand nombre de cas différents dont nous avons tracé le programme; il faudra ensuite interpréter les résultats obtenus et chercher les relations qui existent entre les courbes que nous aurons déterminées et la distribution réelle du magnétisme. Nous espérons que nous pourrons mener à bonne fin cette étude, qui nous semble présenter un réel intérêt tant en elle-même que dans les conséquences que l'on en pourra déduire.

Un résultat qui est acquis, dès à présent, par plusieurs expériences et que nous croyons devoir signaler est le suivant :

La distribution du magnétisme dans un aimant placé dans le méridien magnétique varie si l'on retourne l'aimant bout pour bout.

Ce résultat pouvait être prévu, mais il est intéressant de constater que l'on possède une méthode simple qui permette de le mettre en évidence.

(1) Nous avons montré à Bordeaux un certain nombre de ces courbes; mais il nous a paru inutile de les reproduire avec ce résumé : elles trouveront plutôt leur place dans la discussion des résultats obtenus, discussion que nous commençons à peine.

6e SECTION.

Chimie.

Présidents d'honneur : MM. Stas, directeur de la Monnaie à Bruxelles;
Von Baumhauer, secrétaire général de la Société des sciences à Harlem.
Président : M. Balard, membre de l'Institut.
Vice-Président : M. Würtz, membre de l'Institut.
Secrétaire : M. Lecoq de Boisbaudran.

M. BERTHELOT,

Professeur au Collége de France.

Recherches calorimétriques sur l'état des corps dans les dissolutions.

(Séance du 6 Septembre 1872.)

Les composés chimiques se présentent à nous sous des états divers: tantôt ils existent d'une façon palpable, en quelque sorte, à l'état de corps solides ou liquides par exemple, tels que la différence des propriétés qui distinguent les composants des composés éclate à tous les yeux. Tantôt le composé affecte l'état gazeux, dans lequel la combinaison réelle des éléments est moins visible et parfois controversable. Tantôt, enfin, le composé se mélange intimement avec un autre corps liquide, dans lequel il disparaît et demeure confondu. Toutes les fois qu'on peut le faire reparaître par des actions ménagées, telles que l'évaporation ou le refroidissement, on admet que le composé persiste dans la liqueur: c'est l'*état de dissolution.*

Quelle est la nature véritable de ce phénomène? Quel rôle physique et chimique remplit le dissolvant, l'eau en particulier à laquelle on a le plus communément recours? Les particules du corps composé sont-elles simplement écartées les unes des autres, sans changement dans leur nature chimique, comme il arrive par la fusion? Ou bien, le dissolvant exerce-t-il une action propre, soit en se combinant intégralement avec le corps dissous pour former un nouveau composé, soit en séparant le corps primitif en ses composants, lesquels peu-

vent demeurer libres, ou s'associer à leur tour et séparément avec le dissolvant, tout en restant confondus avec lui?

Ces diverses questions importent extrêmement dans l'étude des phénomènes chimiques. Elles se présentent à chaque pas : par exemple, lorsqu'il s'agit de décider quelle est l'action réciproque de deux corps réunis dans le même dissolvant; comment une base se répartit entre deux acides; comment un acide se répartit entre deux bases; ce qui arrive lors du mélange de deux sels dissous; en vertu de quels principes se forment les précipités; bref, quels équilibres président aux réactions qui s'opèrent en présence de l'eau.

On voit combien le problème de l'état des corps dans les dissolutions importe à la mécanique moléculaire; il n'offre pas moins d'intérêt dans les applications. L'étude des eaux minérales et de leurs réactions sur l'organisation dépend de la nature des sels qu'elles renferment; par exemple, la théorie des actions exercées sur les eaux sulfureuses sera bien différente, selon qu'on y admettra l'existence réelle des sulfures alcalins complètement combinés, ou bien la séparation totale ou partielle en hydrogène sulfuré et alcali libre, capables d'exercer chacun et séparément leurs actions propres. De même, l'état réel des sels ferriques dissous est d'une haute importance pour la connaissance de leurs effets médicamenteux, lesquels ne seront pas les mêmes si le fer est à l'état de sel stable et actif, ou bien si le dit sel est déjà décomposé par l'eau en acide libre et oxyde de fer soluble et coagulable par les moindres traces de matière étrangère. Il n'est pas indifférent de savoir, pour la théorie de la respiration, quels sont les sels alcalins contenus dans le sang et quel est l'état réel de dissolution ou de combinaison de l'acide carbonique qui s'y trouve renfermé. Les phénomènes de la teinture ne seront pas les mêmes, si les sels de rosaniline sont stables en présence de l'eau, ou décomposés par elle, etc., etc. Bref, la constitution des principaux liquides physiologiques, celle de nos boissons et de nos médicaments, celle des eaux que nous employons dans l'industrie, importent extrêmement à connaître.

Tel est le problème général qui occupe l'auteur depuis vingt ans déjà; qu'il a touché dès ses premières recherches sur les éthers et les corps gras neutres, et sur lequel il n'a cessé, depuis douze ans surtout, d'entreprendre sans cesse de nouvelles expériences par les méthodes les plus variées. Il demande la permission de les rappeler brièvement, afin de montrer l'enchaînement de ses travaux.

Il s'est d'abord occupé des combinaisons que les alcools forment avec les acides, c'est-à-dire des éthers. En tirant parti de la stabilité relative de ces corps, que l'eau et les alcalis décomposent très lentement, on peut constater l'état véritable de combinaison des acides

par de simples essais alcalimétriques. On reconnaît ainsi que la combinaison s'opère progressivement, suivant une loi régulière, et qu'elle tend vers une limite fixe, laquelle change suivant les proportions relatives des quatre composants : acide, alcool, éther et eau. De là résulte toute une statique nouvelle, relative à des systèmes homogènes dans lesquels les corps réagissants sont et demeurent intimement mélangés.

La théorie des éthers n'est ni moins étendue ni moins importante que la théorie des sels; elle présente des applications tout aussi nombreuses, tant dans la mécanique chimique que dans les applications relatives aux vins, aux résines et aux divers produits physiologiques. Les lois mêmes de la statique des réactions éthérées se retrouvent, jusqu'à un certain point, dans l'étude des sels; mais cette extension de la théorie ne doit être faite qu'avec beaucoup de réserve, à cause des différences qui séparent les deux classes de composés. C'est pourquoi l'auteur s'est efforcé de découvrir d'autres méthodes, applicables aux dissolutions salines et aux systèmes analogues, dans lesquels les équilibres s'établissent instantanément.

L'auteur rappelle seulement pour mémoire ses recherches sur l'équilibre des systèmes gazeux soumis à l'influence de l'étincelle électrique ou d'une haute température, équilibre qui répond à la synthèse des carbures pyrogénés. Bien que cette statique ne soit pas sans analogie avec celles des actions éthérées, cependant l'état des corps qui y figurent est trop éloigné de celui des dissolutions pour y insister.

Au contraire, il convient de parler en détail des méthodes applicables à l'étude des dissolutions elles-mêmes. L'auteur a employé dans cette étude deux méthodes fondées sur des principes et des procédés absolument différents, et dont le concours permet un contrôle réciproque des résultats.

L'une de ces méthodes est celle des *deux dissolvants*. S'agit-il, par exemple, d'étudier le partage d'une base dissoute entre deux acides, tels que les acides acétique et sulfurique? On agite la liqueur aqueuse avec un second dissolvant, tel que l'éther. Or, l'éther enlève à l'eau une partie de l'acide acétique libre qu'elle renferme, suivant des lois déterminées qui font connaître la proportion de cet acide existant réellement dans l'eau. Si donc, à la dissolution d'un acétate on ajoute un acide incapable d'être cédé par l'eau à l'éther, on pourra savoir si cet acide déplace en totalité l'acide acétique, ou s'il le déplace en partie seulement, ou s'il demeure sans aucune action sensible.

Les résultats fournis par cette méthode peuvent être contrôlés

par une autre méthode d'une application plus générale. C'est la méthode thermique, déjà appliquée par MM. Iless, Graham, Andrews, Favre et Silbermann et Thomsen à l'étude de questions analogues. L'auteur en a tiré des applications nouvelles et des conséquences plus étendues.

Ce sont ces résultats qu'il se propose de résumer maintenant.

Une première série de recherches concerne l'*union des alcools avec les bases*.

Les combinaisons des alcools avec les bases peuvent être obtenues à l'état isolé sous forme définie; que deviennent-elles en présence de l'eau? Pour le reconnaître, on peut mélanger la solution concentrée d'un alcool avec celle d'une base, soit la mannite avec la potasse, et mesurer la quantité de chaleur dégagée. Si l'on étend d'eau la dissolution, on observe alors des absorptions de chaleur, successivement croissantes avec les quantités d'eau, et qui finissent par égaler la chaleur dégagée dans la première réaction. Ces faits indiquent la décomposition progressive et qui tend à devenir totale du composé formé tout d'abord. Dans la réaction des alcools sur les bases, comme dans la réaction des mêmes alcools sur les acides, il existe donc un équilibre déterminé entre quatre substances, l'alcool, la base, d'une part, l'alcoolate alcalin et l'eau, d'autre part.

Ces résultats s'appliquent non seulement aux alcools proprement dits, mais aux composés à fonction complexe, tels que les corps jouant à la fois le rôle d'acides et d'alcools, l'acide salicylique et l'acide lactique, par exemple. Or, les deux fonctions simultanées et les composés qui en résultent, peuvent être généralement distingués par l'action progressive de l'eau. Tandis que les sels alcalins normaux, dérivés purement et simplement de la fonction acide, subsistent malgré la dilution; les sels basiques, formés en vertu de la fonction alcoolique ne subsistent intacts qu'en l'absence de l'eau. A mesure que celle-ci augmente, ils éprouvent une décomposition progressive, comparable à celle des alcoolates alcalins et qui se traduit par des réactions thermiques semblables. On voit ici comment les nouvelles méthodes conduisent à établir des caractères nouveaux dans l'étude des acides et peuvent mettre au jour la complexité de leur fonction chimique.

Venons aux sels proprement dits et aux recherches de l'auteur *sur les acides forts et sur les acides faibles, et sur les sels qu'ils forment avec la potasse, la soude et l'ammoniaque*.

Depuis longtemps, les chimistes ont été conduits à distinguer les *acides* appelés *faibles*, et les *bases faibles* des *acides* réputés *forts* et des *bases fortes*, d'après une certaine appréciation des réactions; mais ces

mots n'ont guère pu être définis jusqu'à présent par des caractères précis. La méthode thermique fournit ces caractères : en effet, l'union d'un acide faible avec une base, l'acide borique, par exemple, dégage des quantités de chaleur qui diminuent à mesure que la liqueur devient plus étendue; en d'autres termes, les borates alcalins éprouvent, de la part de l'eau, une décomposition croissante avec la proportion de l'eau. Cette décomposition est plus marquée avec les sels ammoniacaux qu'avec les sels de potasse et de soude, la potasse et la soude étant des bases plus fortes que l'ammoniaque.

Les sels formés par les acides forts, au contraire, n'éprouvent pas de décomposition appréciable de la part de l'eau. — En s'appuyant sur ces résultats, on peut constater ce qui se passe lorsqu'on mélange les solutions de deux sels qui diffèrent par l'acide et par la base : on reconnaît ainsi que l'acide fort et la base forte se réunissent de préférence, laissant l'acide faible à la base faible. Ce sont là des faits constatés par les variations du thermomètre, lesquels traduisent des absorptions de chaleur s'élevant parfois à plus de 3,000 calories, comme il arrive lorsqu'on mélange la dissolution de l'azotate ou du sulfate d'ammoniaque avec celle des carbonates de potasse ou de soude.

Ces résultats s'expliquent par l'inégale décomposition des sels ammoniacaux en présence de l'eau. Le sulfate d'ammoniaque, par exemple, offre seulement des indices de décomposition, tandis que la séparation des composants du carbonate est beaucoup plus avancée. Il en résulte d'abord que la trace d'acide sulfurique libre produit par le sulfate se sature aux dépens du carbonate de potasse; mais une nouvelle trace d'acide sulfurique est aussitôt reproduite par l'action de l'eau sur le sulfate d'ammoniaque; elle se sature encore; et la transformation totale du sulfate d'ammoniaque en sulfate de potasse finit par être la conséquence de cette réaction graduelle. Par suite, le carbonate de potasse devient du carbonate d'ammoniaque, dont l'état de décomposition, plus avancé que celui du carbonate de potasse, entraîne l'absorption de chaleur observée.

Les recherches de l'auteur sur les *sels métalliques* mettent de nouveau en évidence la tendance des acides forts à s'unir aux bases fortes, conformément au mécanisme qui vient d'être exposé.

Dans un travail sur la *formation des précipités*, l'auteur a montré comment les conditions de la formation des précipités et leur composition, variable avec les proportions relatives de l'eau et des corps réagissants et les variations thermométriques, concordent avec les notions précédentes.

Une autre série d'expériences roule sur la *constitution des sels acides en dissolution.*

On sait que l'union d'une même base avec un acide bibasique ou polybasique engendre plusieurs sels. Entre ces corps, le sel neutre seul est stable en présence de l'eau; le sel acide, au contraire, éprouve, de la part de l'eau, une décomposition d'autant plus complète que la proportion de l'eau est plus considérable, et qui tend à devenir totale à la limite.

C'est dans l'étude du *partage d'une même base entre plusieurs acides dans les dissolutions*, que le concours de deux méthodes distinctes fournit les résultats les plus intéressants. En effet, la méthode thermique s'accorde avec la méthode des deux dissolvants, pour établir que les acides forts déplacent les acides faibles dans leur dissolution, résultat qui était facile à prévoir *a priori*, mais dont la démonstration n'avait pas encore été donnée.

Cependant, une complication remarquable est introduite dans les phénomènes, par la nature variable des acides et par l'existence possible de deux sels : l'un neutre, l'autre acide, résultant de l'union d'une même base avec un acide bibasique, ou polybasique d'une manière générale. En effet, l'existence des sels acides, tels que les bisulfates et les bioxalates, rend possible et même nécessaire dans certains cas le partage d'une base entre deux acides forts, dont l'un au moins est bibasique : acide sulfurique et chlorhydrique ou azotique; acides oxalique et sulfurique ou tartrique, etc. Ce partage est déterminé par les proportions relatives des composants du système : acides, sels neutres, sel acide et eau. Il peut donner lieu à un déplacement de l'acide sulfurique par des acides réputés moins forts, tels que les acides chlorhydrique et azotique, déplacement qui se traduit par des absorptions de chaleur considérables, lesquelles peuvent être prévues et calculées par la théorie. Enfin, en l'étudiant de plus près, on arrive à ce résultat remarquable : que les réactions en présence de l'eau sont les mêmes que les réactions entre les corps anhydres, celles-ci étant déterminées par le signe de chaleur dégagée, puis modifiées par l'action décomposante que l'eau exerce sur certains des éléments du système sur les sels acides par exemple.

Tels sont les résultats généraux auxquels l'auteur est arrivé par ses études sur l'état des corps dans les dissolutions.

M. E. JUNGFLEISCH,

Conservateur des collections à l'École polytechnique.

Sur les transformations des divers acides tartriques.

(Séance du 6 Septembre 1872.)

Dans ses belles recherches sur la dissymétrie moléculaire des produits organiques naturels, M. Pasteur a établi un ensemble de faits d'une importance capitale, relatifs aux modifications optiques de l'acide tartrique. Parmi les questions qui se rattachent à ce sujet, la transformation des divers acides tartriques les uns dans les autres n'est pas l'une des moins importantes; aussi l'éminent auteur s'est-il appliqué à la résoudre : en chauffant de l'acide tartrique droit à 170° avec de la cinchonicine, il a obtenu de l'acide racémique, et rendu possible, par conséquent, la transformation de l'acide droit en acide gauche; de même, avec l'acide gauche, il a préparé l'acide racémique, et par suite l'acide droit. Dans les deux cas, une petite quantité d'acide inactif prend naissance.

Depuis, M. Dessaignes a vu (1) que, par l'ébullition longtemps maintenue, les solutions d'acide tartrique forment « un peu d'acide racémique et une petite quantité d'acide inactif »; que l'acide tartrique droit, chauffé pendant cinq heures en vase clos, à 170°, donne « une petite quantité d'acide inactif; » et de plus (2) que l'acide inactif, soumis à la distillation vers 200°, fournit de l'acide pyruvique et laisse un résidu contenant de l'acide racémique.

La méthode basée sur l'emploi de la cinchonicine est donc celle qui permet de produire artificiellement l'acide racémique avec le moins de difficultés, et cependant, d'après son auteur (3), son application à la préparation de 12 grammes d'acide tartrique « a coûté bien des peines » et « a été fort dispendieuse ».

Les recherches qui font l'objet du présent Mémoire m'ont donné des résultats plus favorables; elles indiquent les conditions dans lesquelles les divers acides tartriques peuvent être transformés régulièrement les uns dans les autres, sans intervention de substances rares, telles que la cinchonicine, et conduisent à des méthodes simples permettant d'obtenir à volonté l'un quelconque d'entre eux au moyen des autres.

(1) *Répertoire de chimie pure* (1863), p. 355.
(2) *Bulletin de la Société chimique*, t. III, p. 34 (1855).
(3) *Leçons professées devant la Société chimique en* 1860, p. 41.

Transformation de l'acide tartrique droit en acide racémique, par suite en acide tartrique gauche.

I. — Lorsqu'on chauffe l'acide tartrique droit vers 170°, il entre en fusion et se transforme d'abord en acides métatartrique et isotartrique, isomères avec lui; puis, à une température un peu plus élevée, il se détruit en donnant plusieurs composés qui ont été étudiés surtout par M. Frémy, mais dont les relations avec les variétés optiques de l'acide tartrique sont encore à peu près inconnues. Biot a montré cependant que le pouvoir rotatoire de l'acide droit fondu va en diminuant à mesure que la température augmente, et qu'il peut même changer de sens; mais cette modification n'est que transitoire, et, d'après M. Frémy, comme d'après Gerhardt et Laurent, l'acide tartrique cristallisé qu'on régénère dans ces expériences est toujours l'acide droit. En d'autres termes, on arrive ainsi à décomposer l'acide tartrique avant de modifier d'une manière permanente son pouvoir rotatoire.

Or, le premier acte de la décomposition de l'acide tartrique par la chaleur est une élimination d'eau qui donne naissance à des corps comparables, soit à des acides anhydres, soit à des éthers de l'acide tartrique-alcool. Si donc on soumet cet acide à l'action de la chaleur en présence de l'eau, en vase clos, on peut retarder sa décomposition et espérer un autre résultat. Tel est le premier point que j'ai étudié.

II. — 30 grammes d'acide tartrique droit ont été introduits avec 3 ou 4 grammes d'eau dans des tubes résistants qui ont été scellés à la lampe et chauffés au bain d'huile à 175° pendant trente heures. Après refroidissement, ces tubes contiennent, en même temps qu'un peu d'une substance noire insoluble, un liquide sirupeux et coloré qui, peu à peu, laisse déposer en abondance des cristaux aiguillés et finit par se prendre en masse; lorsqu'on les ouvre avec précaution, ils laissent échapper une assez forte quantité de gaz, et dès que la pression a diminué, le produit se boursoufle et s'échappe en partie. On reprend le tout par l'eau, on porte à l'ébullition, on filtre et l'on évapore au bain-marie; par le refroidissement il se forme des cristaux qui, si la concentration n'a pas été poussée trop loin, sont exclusivement composés d'acide racémique. On décante, on essore le produit et on le purifie par une nouvelle cristallisation dans l'eau. On peut obtenir ainsi, dès la seconde cristallisation, de l'acide racémique pur et blanc. Les eaux mères qui n'en déposent plus renferment, en outre d'un peu d'acide droit non altéré, de l'acide inactif et des produits de décomposition; il suffit de les concentrer à con-

sistance sirupeuse et de les chauffer de nouveau en vase clos, à la même température, pour obtenir une nouvelle quantité d'acide racémique.

Dans ces expériences, il est important de maintenir aussi exactement que possible les tubes à 175°; au-dessus, une trop forte proportion d'acide tartrique se détruit, et les tubes éclatent; au-dessous, l'acide tartrique inactif domine dans le produit, et la transformation ne s'effectue qu'avec lenteur. Si, au contraire, on remplit cette condition, on arrive à transformer en acide racémique presque tout l'acide tartrique mis en expérience. Toutefois, les produits de destruction partielle s'accumulant dans les dernières liqueurs, il arrive un moment où les cristallisations ne se font plus régulièrement, et le résidu doit dès lors être abandonné.

III. — L'acide racémique ainsi obtenu est identique avec celui dont M. Kestner a observé la production dans des circonstances particulières, en fabriquant l'acide tartrique. J'ai comparé avec soin un grand nombre de leurs propriétés, que j'ai trouvées identiques. Je me bornerai à indiquer que l'acide racémique artificiel, transformé en sel double de soude et d'ammoniaque, donne deux sortes de cristaux différents : les uns sont hémièdres à droite et identiques au tartrate droit, les autres sont hémièdres à gauche et identiques au tartrate gauche. En un mot, l'acide artificiel peut être dédoublé en acides droit et gauche.

IV. — Des faits précédents il résulte que l'acide tartrique droit peut être transformé régulièrement en acide racémique, et, par suite, en acide gauche, par la seule action de la chaleur et sans l'intervention d'aucune matière douée elle-même du pouvoir rotatoire, telle que la cinchonicine.

V. — D'autre part, les circonstances dans lesquelles s'effectue cette transformation, expliquent la formation de l'acide racémique dans l'expérience de M. Pasteur citée en commençant.

Lorsqu'on modifie le pouvoir rotatoire de l'acide tartrique en le chauffant avec de la cinchonicine, cet alcaloïde n'intervient pas comme substance optiquement active, c'est la chaleur qui effectue la modification en question. « ..... En continuant de chauffer (le » tartrate de cinchonicine), a dit M. Pasteur (1), la cinchonicine » s'altère, elle perd de l'eau, se colore et se transforme en quinoïdine. » L'acide tartrique éprouve, de son côté, des modifications impor- » tantes, et, après cinq ou six heures d'une température soutenue à » 170°, une partie est devenue acide racémique. » Ne suffit-il pas

(1) *Comptes-Rendus de l'Académie des sciences,* t. XXXVII, p. 163 (1853).

de reproduire ici ces quelques lignes, pour qu'il devienne évident que la décomposition de la cinchonicine, s'effectuant avec dégagement d'eau, doit contribuer à maintenir l'acide tartrique dans les conditions que je viens de montrer comme favorables à sa transformation?

VI. — On s'explique d'une manière analogue l'expérience suivante. Lorsqu'on chauffe en vase clos, à 175°, de l'acide tartrique droit non additionné d'eau, il se forme encore de l'acide racémique, mais en bien moindre quantité; il est alors accompagné des acides de M. Frémy, et surtout de produits de destruction avancée. Or, de l'eau a été mise en liberté dans la formation de ces produits accessoires, et cette eau n'a pu s'échapper, puisqu'on opère en vase clos. On peut donc penser que, dans le mélange ainsi produit à 175°, la portion de l'acide tartrique qui échappe à la décomposition, se trouve précisément dans les conditions favorables à la transformation.

Préparation de l'acide racémique.

I. — L'expérience qui vient d'être décrite, constitue une méthode permettant de préparer régulièrement dans les laboratoires de l'acide racémique, substance qui n'avait été obtenue jusqu'ici que d'une manière accidentelle et était devenue fort rare depuis quelques années. Elle m'a permis de me procurer rapidement plusieurs centaines de grammes d'acide racémique. Cependant, sur l'invitation bienveillante de M. Pasteur, j'ai fait quelques expériences sur de plus grandes quantités de matière.

II. — Dans un autoclave en acier forgé, émaillé à l'intérieur, éprouvé à une très forte pression et du volume de un litre, on a introduit 650 grammes d'acide tartrique droit et 100 grammes d'eau, puis on a chauffé l'appareil au bain d'huile. La température doit être ici élevée plus haut que lorsqu'on opère dans des tubes chauffés de toutes parts, la partie supérieure de l'autoclave se refroidissant au contact de l'air; en maintenant la température du bain d'huile voisin de 190° pendant quarante-huit heures, et en prenant soin de laisser échapper deux ou trois fois les gaz accumulés dans l'appareil, puis, en traitant le produit comme nous l'avons dit, c'est-à-dire en séparant par cristallisation l'acide racémique formé et chauffant de nouveau les eaux-mères évaporées, on peut avoir, dès la seconde cristallisation, plusieurs centaines de grammes d'acide racémique. La production en grand de cet intéressant composé est donc parfaitement réalisable (1).

(1) Depuis la communication de ce travail au Congrès de l'Association française, une opération a été faite avec succès sur 80 kilogrammes d'acide tartrique.

Transformation complète de l'acide tartrique droit.

Afin de pénétrer un peu plus avant dans le mécanisme de cette première transformation, j'ai étudié successivement différentes circonstances qui s'y rattachent.

Un des points auxquels je me suis attaché tout d'abord consistait à savoir si la transformation complète de l'acide tartrique droit est possible malgré la présence d'une grande quantité d'acide racémique, ou bien si, à la température de 175° il s'établit un équilibre stable limitant la production du corps transformé.

La disparition de l'acide tartrique droit est complète lorsqu'on prolonge suffisamment l'action de la chaleur. De plus, en chauffant vers 175° en vase clos, avec de l'eau, de l'acide racémique ou de l'acide tartrique inactif purs, je n'ai pu trouver aucune trace d'acides tartriques droit ou gauche dans les produits : un équilibre ne pouvant s'établir que par suite de transformations réciproques, on conçoit dès lors que la disparition de l'acide droit ne puisse pas être limitée et doive s'effectuer totalement dans les conditions de l'expérience qui précède.

Équilibre entre les acides racémique et tartrique inactif.

I. — L'acide tartrique droit disparaissant complètement, il devenait nécessaire de rechercher pourquoi on ne peut transformer en acide racémique, intégralement et par une seule opération, l'acide tartrique mis en expérience. Il est facile d'établir que c'est l'acide tartrique inactif, corps dont la production accompagne celle de l'acide racémique, qui intervient pour limiter la réaction.

Tout d'abord, si, comme je viens de le dire, on chauffe pendant un temps suffisant l'acide tartrique droit en présence de l'eau, ce corps disparaît et les acides racémique et tartrique inactif prennent naissance; mais en continuant l'action de la chaleur à 175°, on n'arrive pas à faire disparaître l'acide tartrique inactif. Vient-on alors à reprendre par l'eau et à séparer par cristallisation la plus grande partie de l'acide racémique formé, puis à chauffer comme précédemment le résidu contenant de l'acide inactif, une nouvelle proportion d'acide racémique se produit en même temps qu'une quantité correspondante d'acide inactif disparaît. Après une deuxième séparation d'acide racémique, le résidu chauffé de nouveau produit encore de l'acide racémique et ainsi de suite. En d'autres termes, lorsque le mélange a atteint une certaine composition, il ne s'y forme plus d'acide

racémique si on n'enlève, au moins en partie, celui qui se trouve en présence.

II. — De même, et c'est là un point dont je me permets de signaler dès maintenant l'importance, en traitant de pareille manière l'acide tartrique actif pur, préparé comme je l'indiquerai plus loin, on arrive à des résultats identiques : il se transforme en acide racémique, partiellement dans chaque opération, mais de plus en plus complètement si on répète les traitements.

Ce fait, rapproché de ce qui a été dit plus haut à l'égard de la belle expérience de M. Pasteur avec la cinchonicine, explique facilement la production d'un peu d'acide racémique par M. Dessaignes dans la distillation de l'acide inactif. Cette opération réalise en effet, jusqu'à un certain point, les conditions qui viennent d'être indiquées pour la transformation de l'acide inactif, une portion de ces corps se décomposant en donnant de l'eau.

III. — Réciproquement, quand on chauffe, toujours dans les mêmes conditions, de l'acide racémique, il se transforme partiellement en acide inactif, et la production de ce dernier corps s'arrête à un certain point, quelque temps que l'on prolonge ensuite l'action de la chaleur. Si, après avoir fait cristalliser l'acide racémique, on sépare l'eau mère, et par conséquent l'acide inactif qui est moins abondant et très soluble, puis, ajoutant au produit cristallisé un peu d'eau, qu'on chauffe de nouveau en vase clos, une nouvelle proportion d'acide inactif se forme; et ainsi de suite. Cette expérience faite, tantôt avec de l'acide racémique obtenu de l'acide tartrique droit, tantôt avec de l'acide racémique de Thann, a donné dans tous les cas le même résultat.

IV. — Lorsqu'au lieu d'opérer à la température de 175°, on fait les expériences précédentes à des températures de moins en moins élevées, mais peu écartées cependant de la première, entre 170° et 155°, par exemple, on observe que la quantité d'acide tartrique inactif formé ou subsistant va en augmentant. Le poids de l'eau ajouté a également une action sur l'équilibre qui s'établit : plus il est grand, plus la proportion d'acide inactif semble considérable dans le mélange non modifiable. Toutefois mes expériences sur ce point ne sont pas encore très nombreuses.

V. — En résumé, ces faits me paraissent établir que l'acide tartrique inactif et l'acide racémique se transforment réciproquement l'un dans l'autre, et, par conséquent, que cette transformation est limitée, tend vers un état d'équilibre variable avec différentes circonstances, notamment avec la température. Ils justifient l'exactitude des idées sous l'influence desquelles M. Lecoq de Boisbaudran a entre-

pris les expériences intéressantes dont il a parlé à la Société chimique lors de ma première communication à ce sujet (1).

C'est là un nouvel exemple, après beaucoup d'autres, de ces actions inverses et simultanées observées pour la première fois par M. Berthelot et Péan de Saint-Gilles dans leurs recherches sur les éthers. Il me paraît cependant tirer un intérêt particulier des relations remarquables que présentent entre eux, au point de vue du pouvoir rotatoire, les composés pour lesquels je viens de les signaler.

Préparation de l'acide tartrique inactif.

I. — Il est possible de mettre à profit ces observations pour préparer facilement et en grande quantité l'acide tartrique inactif, substance découverte par M. Pasteur, mais restée jusqu'à présent fort rare et si peu connue que sa présence a dû passer inaperçue dans beaucoup de cas.

Si on chauffe, non plus à 175° mais à 165°, pendant deux jours dans un autoclave, de l'acide tartrique droit additionné d'eau comme pour préparer l'acide racémique, ce dernier ne se trouve dans le produit qu'en proportion relativement faible, et la plus grande partie de l'acide droit a disparu. On sépare d'abord autant que possible l'acide racémique par une première cristallisation, puis on étend d'eau la liqueur, on la divise en deux volumes égaux dont l'un est d'abord saturé exactement par de la potasse, puis réuni à l'autre, de manière à tout transformer en sel acide. Le tartrate droit et le racémate acides de potasse sont peu solubles dans l'eau surtout à froid, tandis que le tartrate acide inactif de la même base est très soluble : les deux premiers sels cristallisent seuls lorsqu'on a évaporé partiellement la liqueur, et le troisième se dépose à son tour quand on laisse refroidir la solution suffisamment concentrée. C'est un très beau composé qu'on obtient rapidement pur après plusieurs cristallisations. Toutefois, il est le plus souvent assez fortement coloré par des matières provenant de la décomposition d'une petite quantité d'acide tartrique : il suffit d'ajouter à sa solution quelques gouttes d'acétate de plomb et de saturer ensuite par l'hydrogène sulfuré pour que, le sulfure de plomb entraînant la matière colorante, on obtienne le sel incolore par évaporation de la liqueur filtrée.

II. — D'ailleurs la préparation de l'acide tartrique inactif peut se faire en même temps que celle de l'acide racémique. Il suffit, en opérant comme je l'ai indiqué plus haut, de répéter l'action

(1) *Bulletin de la Société chimique*, t. XVIII, p. 167.

de la chaleur un nombre de fois suffisant pour obtenir la quantité voulue d'acide racémique, puis de traiter les eaux mères et d'en extraire l'acide inactif à l'état de sel acide de potasse. J'ai pu obtenir facilement par cette méthode et en me servant d'un très petit appareil, plus d'un kilogramme et demi de tartrate inactif de potasse cristallisé.

III. — Ce sel peut être changé par précipitation en tartrate de chaux inactif qui, traité par l'acide sulfurique, fournit l'acide tartrique inactif cristallisé. On peut atteindre le même résultat par les sels de plomb ou mieux de cuivre et l'acide sulfhydrique.

M. Pasteur ayant eu la bonté de mettre à ma disposition un peu d'acide tartrique inactif provenant de ses expériences, j'ai pu constater l'identité de ce corps avec celui que j'ai obtenu. Je reviendrai d'ailleurs sur cette substance dont je poursuis l'étude.

IV. — Telle qu'elle se trouve établie actuellement, la transformation de l'acide inactif en acide racémique, et par suite en deux acides doués du pouvoir rotatoire à droite et à gauche, me paraît intéressante au point de vue de l'ensemble des phénomènes qui se rattachent à la dissymétrie moléculaire. Toutefois, je dois ajouter que les observations précédentes ne sont point absolument en contradiction avec les idées qui ont cours aujourd'hui sur l'origine du pouvoir rotatoire : l'acide inactif qui a servi de point de départ provenant lui même de l'acide tartrique droit, composé d'origine naturelle, on peut croire que le pouvoir rotatoire de ce dernier a été seulement dissimulé et a reparu ensuite. On ne peut, dès lors, en conclure rigoureusement la possibilité de reproduire par synthèse les corps doués du pouvoir rotatoire. Cette dernière question subsiste donc entière; aussi, à la suite des précédentes recherches, me paraît-il intéressant de chercher à la résoudre.

M. SCHÜTZENBERGER,

Directeur du laboratoire de chimie de la Sorbonne.

Des Composés phosphoplatiniques.

(Extrait.)

(Séance du 6 Septembre 1872.)

M. Schützenberger présente l'exposé de ses travaux sur de nouveaux composés phosphoplatiniques et sur des combinaisons du protochlorure de platine, avec l'oxyde de carbone. Par l'action du chlore et de l'oxyde

de carbone sur le platine à 250°, il se forme les composés volatils : $CO.PtCl^2$ fusible à 195° et $C^2O^2PtCl^2$ fusible à 210°. Par l'action du perchlorure de phosphore sur le platine, il a préparé de nouvelles combinaisons de protochlorure de platine avec le protochlorure de phosphore $(P.Cl^3)^2PtCl^2$ et $(PCl^3)PtCl^2$, combinaisons dans lesquelles le chlore du chlorure de phosphore peut s'échanger contre de l'hydroxyle, en formant des acides dont les éthers alcooliques se combinent avec les composés diatomiques.

M. A. HENNINGER,

Synthèse de l'orcine.

(Extrait.)

(Séance du 6 Septembre 1872.)

M. A. Henninger rend compte des recherches qu'il a faites en commun avec M. G. Vogt sur la synthèse de l'*orcine* $C^7H^8O^2$.

En transformant le toluène $C^6H^5CH^3$ en toluène chloré, traitant celui-ci par l'acide sulfurique, on a obtenu un acide sulfo-conjugué de la formule $C^6H^3Cl.SO^3H.CH^3$ qui, fondu avec la potasse, fournit de l'orcine. L'orcine synthétique est complètement identique avec celle des lichens; elle doit être considérée comme un *diphénol* du toluène $C^6H^3\left\{\begin{matrix}CH^3\\(OH)^2\end{matrix}\right.$.

Ce travail a été publié *in extenso* dans les *Annales de chimie et de physique*, 4me série, tome XXVII, page 129, 1872.

M. FILHOL,

Professeur à la Faculté des sciences de Toulouse.

Sur l'état du soufre dans les eaux minérales des Pyrénées.

(Séance du 6 Septembre 1872.)

M. Filhol communique à la Section de chimie un résumé des recherches qui l'ont conduit à persister dans l'opinion qu'il a émise en 1853, relativement à la nature du composé qui minéralise les eaux sulfureuses thermales des Pyrénées.

Les eaux minérales des Pyrénées sont minéralisées, suivant M. Filhol, par du monosulfure de sodium. Pour prouver que ces eaux ne contiennent pas seulement de l'acide sulfhydrique libre, M. Filhol fait seulement observer :

1° Que leur odeur est beaucoup moins vive que celle d'une solution d'acide sulfhydrique ayant la même richesse en soufre;

2° Qu'elles ne donnent pas de précipité quand on fait agir sur elles de l'acide arsénieux, tandis que les eaux sulfhydriquées (Enghien) donnent un précipité de sulfure d'arsenic;

3° Qu'un courant d'hydrogène désulfure bien plus rapidement une solution d'acide sulfhydrique, qu'une eau minérale naturelle contenant la même quantité de soufre;

4° Qu'une solution d'acide sulfhydrique est bien plus rapidement décomposée par l'air, qu'une eau minérale naturelle qui a la même richesse;

5° Que la solution d'acide sulfhydrique donne lieu à un dépôt de soufre, quand on l'expose à l'air, et que la liqueur filtrée ne contient pas d'acide sulfurique;

6° Que l'eau minérale naturelle est décomposée tout autrement par l'air, et que la majeure partie du soufre se retrouve à l'état de sulfate dans la liqueur désulfurée sans qu'il se produise le moindre dépôt;

7° Que, si l'on verse de la teinture d'iode goutte à goutte dans une solution d'acide sulfhydrique, il se produit immédiatement un trouble dû à du soufre;

8° Qu'on peut ajouter à une eau minérale naturelle la moitié de la quantité d'iode qui serait nécessaire pour décomposer tout le sulfure qu'elle renferme, sans produire le plus léger dépôt de soufre, et qu'on voit apparaître une coloration jaune qui indique la production d'un polysulfure;

9° Qu'une solution de sulfhydrate de sulfure de sodium ayant la richesse des eaux minérales naturelles donne toujours lieu à la production d'un polysulfure et au phénomène du blanchiment quand on l'expose à l'air, tandis que les eaux minérales naturelles ne donnent lieu à ce phénomène que lorsqu'elles ont été mélangées avec une quantité suffisante d'une eau froide aérée et contenant de l'acide carbonique;

10° Qu'on peut produire, avec des solutions de monosulfure de sodium pur, par l'addition d'une eau froide contenant de l'oxygène et de l'acide carbonique, la transformation du monosulfure en polysulfure et le phénomène du blanchiment.

Tous les faits qui précèdent sont expliqués avec une merveilleuse facilité, quand on admet l'existence d'un monosulfure; plusieurs d'entre eux sont rigoureusement inexplicables, si l'on admet soit l'existence de l'acide sulfhydrique libre, soit celle d'un sulfhydrate.

M. Filhol discute les conclusions d'un Mémoire que M. Béchamp a publié à ce sujet dans le tome XVI des *Annales de chimie et de physique*, et déclare, tout en rendant hommage au mérite de son savant collègue, qu'il ne lui est pas possible de partager sa manière de voir.

M. Filhol rapporte plusieurs expériences qui ont été récemment faites par M. Joulin, ingénieur des poudres à Toulouse, expériences qui ont eu pour résultat de prouver que certains faits observés par H. Rose, relativement à l'action que l'eau exerce sur les carbonates, borates et silicates alcalins, faits que M. Béchamp considérait avec raison comme pouvant être invoqués à l'appui de son opinion, doivent recevoir une interprétation fort différente de celle qu'en avait donnée H. Rose, et ne peuvent plus servir à appuyer la théorie admise par le savant professeur de Montpellier.

M. ODLING, au nom de Sir Benj. BRODIE.

Sur l'ozone.

(Traduction.)

(Séance du 9 Septembre 1872.)

De l'oxygène ozonisé était produit en quantité en faisant passer de l'oxygène sec et froid au travers d'un tube Siemens dont la forme avait été modifiée.

On recueillait 4 à 5,000 centimètres cubes de gaz ozonisé dans un gazomètre contenant de l'acide sulfurique; on reconnut qu'il conservait ainsi son titre pendant longtemps.

Le gaz ozonisé, mesuré au moyen d'une pipette de construction particulière, était introduit dans un tube contenant le réactif, puis dans un cylindre mesureur où on lui permettait de se dilater jusqu'à occuper un volume constant : on notait alors sa pression.

Avec une certaine classe de réactifs, comprenant l'iodure de potassium, les sels ferreux et mercureux, la contraction produite par le passage du gaz au travers du réactif était *nulle;* d'où il résulte que la contraction finale était identique avec la contraction initiale produite par l'électrolyse :

$$1 + 0 = 1.$$

Avec une autre catégorie de réactifs, comprenant l'acide hydriodique, l'hyposulfite alcalin de sodium et le persulfure de baryum, la contraction produite par le passage du gaz au travers du réactif était égale à la contraction initiale produite par l'électrisation; d'où il résulte que la contraction finale était double de la contraction initiale :

$$1 + 1 = 2.$$

Avec une autre catégorie de réactifs, comprenant l'hyposulfite de soude neutre ou très légèrement alcalin, la térébenthine et le chlorure stanneux, la contraction produite par le passage du gaz au travers du réactif était deux fois plus considérable que la contraction initiale due à l'électrisation. La contraction finale était donc trois fois plus grande que la contraction primitive :

$$1 + 2 = 3.$$

Dans le cas de la réaction du gaz ozonisé sur le chlorure stanneux, on vérifia par le titrage le poids de l'oxygène absorbé; et comme le volume du gaz absorbé était double du volume qui représentait la contraction initiale, le poids d'oxygène absorbé fut trouvé trois fois plus grand que celui d'une quantité d'oxygène d'un volume égal à celui de la contraction primitive; ou, ce qui revient au même, la densité de l'ozone est à celle de l'oxygène comme 3 : 2.

D'autres séries de réactions, distinctes des précédentes, furent également citées.

M. A. BAUDRIMONT,

Professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux.

Observations sur la structure la plus intime des corps.

(Séance du 9 septembre 1872.)

Ce travail s'étendant au delà des limites des faits directement observables, l'auteur donne la méthode qui l'a guidé dans ses recherches. Deux méthodes distinctes se présentent : l'une, synthétique; l'autre, analytique. La première a été généralement suivie : partant de l'existence des atomes, on a cherché à reconstruire les corps tels qu'ils sont, et nul ne peut se flatter d'y être parvenu; l'autre, au contraire, plus lente, plus pénible, donne des résultats positifs; seulement elle atteint une limite où il faut passer du domaine autoptique, comme l'eût dit Ampère, dans le domaine cryptologique, ou purement spéculatif.

Arrivé à cette limite des recherches entreprises, on ne peut avoir quelque apparence de comprendre la nature dans ce qu'elle a de plus intime que lorsque plusieurs sciences donnent le même résultat par leur concours mutuel. Pour une étude de cet ordre, la constitution cristalline des corps et leur composition chimique sont les connaissances fondamentales auxquelles il est indispensable d'avoir recours.

Les corps et leurs parties constituantes peuvent être examinés dans deux conditions distinctes : 1° dans l'état statique ou de repos; 2° dans l'état dynamique ou d'activité.

Dans la première condition, M. Baudrimont a fait voir que les molécules des fluides élastiques, en se comprimant mutuellement, ont toutes le même volume lorsque la température et la pression sont les mêmes, et qu'elles prennent la forme d'un dodécaèdre rhomboïdal.

Il résulte de cette première condition qu'une masse de gaz, l'atmosphère, par exemple, lorsqu'elle est suffisamment calme, est constituée comme un corps cristallisé appartenant au système cubique, à cela près de la différence due à la condensation ou à la raréfaction, et que si elle présente des actions identiques dans toutes les directions, au point de vue de la lumière, cela n'est point dû à ce que celle-ci rencontre des files de molécules dans toutes ces directions, mais à ce que les fonctions dynamiques sont les mêmes, quelle que soit la trajectoire de la lumière.

Dans un autre travail, l'auteur a recherché quelle pouvait être la constitution la plus intime des corps cristallisés.

Prenant en considération que le clivage divisant ces corps dans des directions déterminées, donne des polyèdres uniques et identiques pour chaque espèce, il en conclut que ces petits solides peuvent être considérés comme les éléments constitutifs des cristaux.

Le dernier résultat de la division mécanique, obtenue par le clivage, est la *particule*. Un assemblage de particules déterminées, se faisant dans des conditions géométriques, permet de reconstituer tous les corps cristallisés, au double point de vue de leur structure et des formes si variées qu'ils offrent à l'observation.

Passant en revue tous les corps cristallisés qui ont été l'objet d'une étude suffisante, il a fait voir qu'il était possible d'en établir quinze groupes distincts les uns des autres.

Les molécules diffèrent essentiellement des particules en ce que ce sont des êtres à structure quelquefois assez compliquée, qui réagissent dans l'espace jusqu'à l'infini, et qui ne deviennent des particules à formes déterminées que par la pression qu'elles exercent les unes sur les autres.

Les particules peuvent être rapportées à huit systèmes d'axes géométriques; mais, par leur mode d'union, elles peuvent donner des assemblages conduisant à adopter d'autres axes que ceux qui sont purement géométriques, et qui relient intimement leur forme avec leur mode de groupement.

Les molécules peuvent se réunir les unes aux autres de trois manières différentes, auxquelles l'auteur a donné les noms suivants·

groupements direct, alterne et mixte. D'où il résulte que, partant des systèmes d'axes, généralement admis par les minéralogistes, on trouve qu'il y a au moins dix-huit espèces de particules cristallines pouvant donner naissance à toutes les formes régulières des cristaux observés ou à observer.

Deux exemples permettront de comprendre l'influence exercée par le mode de groupement : le sel gemme, la galène et la fluorite appartiennent au système cubique, tous trois peuvent même donner directement la forme qui a servi pour y rapporter chacun d'eux. Cependant, si l'on vient à les cliver, les deux premiers corps donnent des particules cubiques; le dernier donne des particules tétraédriques, octaédriques et dodécaédriques; d'où il résulte que les particules de la fluorite sont bien des dodécaèdres rhomboïdaux, et qu'elles ne sont point réunies entre elles comme celles des deux autres corps. D'une autre part, le spath d'Islande existe sous plusieurs formes, parmi lesquelles on observe celle du prisme hexaèdre, comme dans les cristaux du Hartz; l'aigue-marine ou l'émeraude, qui ne représentent qu'une même espèce à caractères variables, cristallise en prismes hexaèdres. Par le clivage, le calcaire donne des rhomboèdres; l'émeraude donne des prismes hexaèdres : leurs formes sont identiques, mais leur structure n'est pas la même.

L'ensemble du travail précédent peut être résumé ainsi qu'il suit :

Il existe une harmonie parfaite entre la forme des particules cristallines et leur mode de groupement avec la structure et la forme des cristaux auxquels elles donnent naissance.

Ces relations nous sont révélées par le clivage. Ce mode d'opération conduit à reconnaître quinze espèces de particules cristallines obtenues directement; mais la théorie indique que ce nombre peut être plus élevé.

Ces quinze espèces peuvent être réparties en trois sections nettement distinctes, fondées sur leur forme, leur mode de groupement et le nombre de leurs axes réels.

Le résultat de ces observations est consigné dans le tableau suivant, où elles sont appuyées par des exemples :

(Voir le tableau d'autre part.)

CLASSIFICATION DES PARTICULES CRISTALLINES.

Leur forme. — Leurs modes de groupements. — Leurs axes.

	Systèmes.	Axes.	Formes.	Exemples.
Structure et particules cuboïdales.		3	Cube.	Chloroïdures hydroïdiques, galène, smaltine.
		1 + 2′	Prisme à bases carrées.	Stannine, idocrase, apophyllite, matlockite, kérasine.
	DROIT.....	1 + 2′	— rhomboïdal.	Carbonates et sulfates calcoïdiques, leadhillite, calédonite, nitre, pyrolusite.
		1 + 1′ + 1″	— rectangulaire.	Karsténite, wolfram, péridot, sylvanite.
GROUPEMENT DIRECT.	SYMÉTRIQUE.	3 + 1′ (1)	Rhomboèdre.	Spathoïdes ($CO_3\Delta$), quartz, oligiste, chromoxyde, fer titané.
Trois axes principaux.		2 + 1′ obl.	Prisme rhomboïdal oblique.	Barytocalcite, gay-lussite, malachite, crocoïse, plagionite, orthose
	OBLIQUE....	1 + 1′ + 1″ obl.	— rectangulaire oblique.	Gypse, vivianite, erythrine.
		1 obl. + 1′ obl. + 1″ obl.	— ε trioblique.	Disthène, oligoclase, albite, axinite, sulfate de cuivre ordinaire.
Structure et particules dodécaédriques.		6	Dodécaèdre rhomboïdal régulier.	Diamant, fluorite, blende, spinelle, aimant, grenat, amphigène.
		2 + 4′	— à section carrée.	Rutile, cassitérite, zircon, schéelite.
GROUPEMENT ALTERNE OU PYRAMIDAL.	DROIT.....	2 + 2′ + 2″	— à section rhomboïdale	Soufre natif, leukopyrite, thenardite.
		(1 + 1′) + 4″	— à section rectangulaire.	»
Six axes principaux.		(1 + 1′) + 2″ + 2‴	— à section obliquangle.	»
Structure et particules hexaprismatiques.		3 + 3	Prisme héxaèdre régulier	Cinabre, apatite, émeraude, magnétopyrite, tourmalines.
	DROIT.....	1 + (1 + 2′)	— héxaèdre droit, symétrique.	Wernérite (2), orpiment, stibine, bismuthine, zinkénite, cymophane,
GROUPEMENT MIXTE.		1 + (1 + 1′ + 1″)	— droit, à base obliquangle.	»
Quatre axes principaux.	OBLIQUE....	1 obl. + (1 + 2′)	— oblique, à base symétrique.	Acide borique, azurite, zoïsite.
		1 obl. + (1 + 1′ + 1″)	— oblique, à base obliquangle.	»

(1) Les trois axes du rhomboèdre sont obliques les uns à l'égard des autres; ils aboutissent au centre des faces de ce solide. 1′ représente simplement un axe de symétrie autour duquel les autres sont disposés dans le même ordre.

(2) La Wernérite aurait pu être mise à part et former le quinzième groupe. Elle se distingue parmi les autres corps du même groupe par deux angles dièdres droits et opposés l'un à l'autre.

M. STAS,

Directeur de la Monnaie, à Bruxelles.

Expériences de statique chimique sur le chlorure et le bromure d'argent.

(Extrait.)

(Séance du 9 Septembre 1872.)

M. Stas fait connaître les résultats intéressants qu'il a obtenus en étudiant les conditions de précipitation du chlorure d'argent; il a constaté l'existence de diverses modifications physiques, dont une seule, grenue, est *absolument* insoluble dans l'eau froide. Les autres modifications légèrement solubles à froid sont précipitées et par les chlorures et par les sels d'argent; la quantité de réactif nécessaire pour priver complètement la liqueur soit de chlore, soit d'argent, est exactement triple de celle qu'indiquerait le calcul des équivalents. La dissolution faite à chaud du chlorure *grenu* ne peut, même par un excès de réactif, être complètement privée d'argent ou de chlore.

Des effets analogues ont été observés pour le bromure d'argent.

M. GLADSTONE,

de Londres.

Sur les équivalents de réfraction.

(Séance du 9 Septembre 1872.)

L'indice de réfraction d'un corps, moins l'unité divisée par la densité, c'est-à-dire $\frac{\mu-1}{d}$ s'appelle l'*énergie réfringente spécifique*. C'est une propriété très intime des corps. Pour le calcul, il est mieux de multiplier cette quantité par le poids atomique $P\frac{\mu-1}{d}$. C'est ce qu'on appelle l'*équivalent de réfraction*. Voici la loi générale : L'équivalent de réfraction d'un corps composé est la somme des équivalents de réfraction des corps simples qui le composent. Ainsi, on peut calculer l'équivalent de chaque corps simple, et l'auteur a déposé sur le bureau une liste imprimée des équivalents de réfraction de la plupart des éléments chimiques, avec des chiffres nouveaux. Par exemple, le lanthane, le cerium et le didyme se trouvent ordinairement ensemble; ils ont des

propriétés très semblables, ils ont presque le même poids atomique, et on trouve qu'ils ont le même ou presque le même poids équivalent de réfraction 15.8, 15.0 et 16.0.

Quelques éléments ont deux ou trois équivalents différents, par exemple, le sélénium. On a parlé aussi des exceptions édifiantes, des composés phényliques, des cedrenes, des corps de substitution de NO^4, et on a exprimé l'idée que les indices de réfraction joueront un rôle important dans la chimie de l'avenir.

ÉQUIVALENTS DE RÉFRACTION DES CORPS SIMPLES.

ÉLÉMENT.	POIDS atomique.	ÉQUIVALENT de réfraction.	ÉLÉMENT.	POIDS atomique.	ÉQUIVALENT de réfraction.
Aluminium. . . .	27.4	8.4	Molybdène.	96	
Antimoine.	122	24.5	Nickel	58.8	10.4
Arsenic	75	15.4	Niobium.	94	
Barium	137	15.8	Azote	14	4.1
Beryllium	9.4	5.7	Osmium.	199.2	
Bismuth.	210	39.2	Oxygène	16	2.9
Bore.	11	4.0	Palladium.	106.5	22.2
Brome.	80	15.3 ; 16.9	Phosphore.	31	18.3
Cadmium	112	13.6	Platine.	197.4	26.0
Cæsium.	133	13.7 ?	Potassium	39.1	8.1
Calcium.	40	10.4	Rhodium.	104.4	24.2 ?
Carbone.	12	5.0	Rubidium.	85.4	14.0
Cerium	92	15.0	Ruthénium. . . .	104.4	
Chlore	35.5	9.9 ; 10.7	Sélénium.	79.4	
Chrome	52.2	15.9	Silicium.	28	7.5 ? ; 6.8
Cobalt	58.8	10.8	Argent.	108	13.5
Cuivre.	63.4	11.6	Sodium.	23	4.8
Didyme	96	19.0	Strontium.	87.5	13.6
Erbium	112.6		Soufre	32	16.0
Fluor	19	1.4?	Tantale	182	
Or.	197	24.0	Tellure.	128	
Hydrogène	1	1.3 ; 3.5	Thallium.	204	21.6 ?
Indium	74		Thorinium	115.7	
Iode.	127	24.5 ; 27.2	Etain	118	27.0 ; 19.2
Iridium.	198		Titane	50	25.5 ?
Fer.	56	12.0 ; 20.1	Tungstène.	184	
Lanthane.	93.6	15.8	Uranium.	120	10.8
Plomb	507	24.8	Vanadium.	51.2	25.3 ?
Lithium.	7	3.8	Yttrium.	61.7	
Magnésium. . . .	24	7.0	Zinc.	65.2	10.2
Manganèse	55	12.2	Zirconium.	89.6	22.3
Mercure.	200	21.3			

M. VON BAUMHAUER,

Secrétaire de la Société hollandaise des sciences.

Le Bureau scientifique néerlandais.

(Séance du 9 Septembre 1872.)

M. le professeur E. H. Baumhauer signale la fondation récente en Hollande, sous le titre de *Bureau scientifique central néerlandais*, d'une institution destinée à centraliser et régulariser les échanges de publications entre les Sociétés savantes nationales et étrangères.

Ce Bureau réunit toutes les publications des Sociétés scientifiques néerlandaises qui ont adhéré à ses statuts et se charge de les adresser aux Sociétés étrangères ou nationales auxquelles elles doivent être transmises; il reçoit aussi par ses agences de chaque pays toutes les publications destinées à ces Sociétés et les leur fait parvenir.

Cette centralisation offre de grands avantages qui n'échapperont à personne: elle exonère les secrétaires des diverses Sociétés d'un travail long et fastidieux, celui des envois fréquents auxquels ils ne peuvent se soustraire qu'en adressant leurs publications en une seule fois à la fin de l'année, ce qui a le grave inconvénient de ne faire connaître les travaux que longtemps après leur publication, au grand détriment des Sociétés auxquelles ils sont adressés et des auteurs. Enfin, en réunissant en un seul envoi toutes les publications destinées aux Sociétés savantes d'un même pays, envoi adressé à un agent spécial qui en fait la répartition, le Bureau réalise de notables économies sur les frais d'emballage, le port des volumes et l'affranchissement des lettres d'envoi et des avis de réception.

L'agent auquel les publications sont ainsi adressées, recueille toutes celles qui doivent être transmises aux Sociétés nationales représentées par le Bureau central; il les expédie aussi en un seul colis, et les ouvages sont transmis aux divers destinataires aussitôt après leur arrivée.

Les frais d'administration et d'affranchissement avancés par le Bureau central sont réglés chaque année et répartis entre les diverses Sociétés, suivant l'importance de leurs échanges. Cette manière d'opérer a donc l'avantage, tout en régularisant et rendant plus prompts les échanges de publications entre les Sociétés savantes, de réaliser sur les frais qu'ils occasionnent une économie réelle et celui de rendre moins fréquents les cas de pertes qui se produisent plus

souvent pour un grand nombre d'envois isolés que pour une seule expédition, en raison de l'importance de laquelle des précautions spéciales peuvent être prises.

Le *Smitsonian Institution,* centralise pour les États-Unis ce travail d'échange entre les Sociétés scientifiques américaines et celles de l'étranger, nous ne savons pas depuis quelle époque, mais la priorité de la conception et de la réalisation de ce progrès réel appartient incontestablement aux Américains.

M. le professeur Von Baumhauer, que ses fonctions de secrétaire de la Société hollandaise des sciences avait mis à même d'apprécier les avantages résultant de ce mode d'échange, résolut de tenter de doter son pays d'une semblable institution; il s'adressa à cet effet aux Sociétés savantes de Hollande, qui accueillirent avec empressement ses ouvertures, et il constitua, sous sa direction, il y a deux ans déjà, le *Bureau scientifique central néerlandais*, à Harlem. M. Von Baumhauer a adressé des circulaires aux principales Sociétés scientifiques étrangères et, en leur annonçant la création du Bureau néerlandais et leur en indiquant les divers avantages, il les invitait d'une manière pressante à s'entendre entre elles afin de constituer pour leur pays un bureau central scientifique; de nombreuses marques d'assentiment lui sont parvenues, mais aucune institution analogue n'a encore été fondée. Cependant, si cette création se généralisait, les bureaux n'auraient plus besoin d'agents spéciaux à l'étranger, ils communiqueraient directement entre eux, et de cette nouvelle et désirable simplification résulteraient encore de nouvelles économies.

M. Von Baumhauer a pensé que si l'Association française approuvait cette institution, elle userait de son influence pour favoriser la création d'un *Bureau central scientifique français*, et alors il est persuadé que, entraînées par l'exemple, les autres nations ne tarderaient pas aussi à instituer des bureaux centraux, au grand profit de la science et des savants.

On peut aisément se faire une idée de l'importance du *Bureau scientifique néerlandais* en parcourant la liste des Sociétés savantes qui sont en rapport avec lui. Cette liste comprend plus de 300 noms qui sont approximativement distribués comme suit :

Allemagne	105	France	50
Amérique	35	Italie	10
Angleterre	35	Pays-Bas	25
Autriche	25	Russie	15
Belgique	25	Suisse	15
Danemark, Suède, Norwége	15		

M. William MARCET,

Docteur-Médecin, Membre de la Société royale de Londres.

Recherches sur les phénomènes chimiques de la nutrition des muscles et des poumons à l'état normal et dans la tuberculose.

(Séances du 9 et du 11 Septembre 1872.)

Les résultats que j'ai obtenus peuvent se résumer comme suit :

1° Le tissu musculaire et tous les autres tissus animaux sont composés de trois classes de substances : 1° celles qui forment le tissu proprement dit à l'état de maturité, et restent insolubles lorsqu'on fait un extrait aqueux du tissu; 2° celles qui forment le liquide nutritif et qui sont destinées à être transformées en tissus insolubles; ces substances sont toujours à l'état colloïde; 3° celles qui sont en voie d'élimination et qui représentent le détritus des tissus; elles se présentent toujours à l'état cristalloïde ou diffusible. L'acide phosphorique et la potasse de cette troisième classe se trouvent toujours dans la proportion de 43 à 57, soit celle du pyrophosphate de potasse ou du phosphate neutre tribasique qui aurait été converti en pyrophosphate dans le courant de l'analyse.

2° La formation du tissu à l'état de maturité, ou, en d'autres termes, de celui qui se substitue au détritus, est simplement le résultat d'une transformation morphologique de la dissolution nutritive colloïde.

3° La proportion de potasse dans le tissu musculaire en voie d'élimination étant beaucoup plus forte que celle que l'on retrouve dans le tissu en maturité, on doit en conclure que le sang fournit au tissu une certaine quantité de potasse dont le but unique est l'élimination de l'acide phosphorique assimilé; il serait impossible autrement de concevoir la formation du phosphate cristalloïde dont il a été question.

4° L'émaciation musculaire, dans la phthisie tuberculeuse, est due plutôt à une atonie ou une faiblesse de la nutrition qu'à un changement de nature qui se serait opéré dans ses phénomènes chimiques.

5° La nutrition du tissu pulmonaire à l'état normal est caractérisée par le fait que l'acide phosphorique et la potasse en voie d'élimination ne se présentent plus dans les mêmes proportions d'un sel cristalloïde, et qu'il y a tout lieu de croire que la potasse est entraînée

par diffusion au dehors de l'organe surtout par l'acide carbonique sous forme de carbonate.

6° Le tissu pulmonaire contient beaucoup plus d'albumine soluble coagulable et moins de matières albumineuses en voie d'élimination que le tissu musculaire, ce qui s'explique par le manque de diffusibilité de l'albumine et la facilité avec laquelle les matières azotées cristalloïdes peuvent passer dans la circulation pulmonaire.

7° Les poumons tuberculeux presque exclusivement à l'état de matière caséeuse et de tissu fibreux, tels qu'on les retrouve après la mort, sont soumis à un phénomène de nutrition dans lequel la potasse n'est plus éliminée par l'acide carbonique, mais apparemment par l'acide phosphorique, comme dans le cas de la nutrition des muscles. En effet, l'on retrouve, dans le poumon tuberculeux, la présence de ces substances en voie d'élimination dans la proportion approximative du pyrophosphate, c'est-à-dire dans celle de 47.7 d'acide phosphorique pour 52.3 de potasse, qui se rapproche beaucoup de celle de 43.0 à 57.0, la relation normale de ces substances dans le poumon sain étant de 81.4 à 88.6. Il paraîtrait donc que l'absence d'acide carbonique dans le tissu pulmonaire morbide, et, par conséquent, de l'agent éliminateur de la potasse, a créé la nécessité d'une autre méthode de nutrition, et que le procédé normal a été remplacé par celui qui s'applique à la nutrition du tissu musculaire; le phosphate de potasse étant substitué au carbonate.

8° Finalement, il résulte de mes travaux que l'on peut reconnaître dans la nature un phénomène ou rotation de transformation des corps ou des substances de l'état cristalloïde à l'état colloïde et *vice versa*. Les plantes s'emparent des substances cristalloïdes et les transforment en matières colloïdes, et, sous cette forme, elles servent de nourriture aux animaux. Elles reparaissent, de là, dans les sécrétions et dans les produits de décomposition des tissus, après la mort, sous la forme cristalloïde. C'est seulement dans cet état qu'elles peuvent se distribuer partout, dans la terre et dans l'eau, pour nourrir les plantes. Les animaux vont chercher les végétaux dont ils se nourrissent, et, pour eux, la locomotion remplace ce phénomène de diffusion qui préside à la nutrition des plantes. Sans ce changement en cycle, il serait impossible d'expliquer le phénomène de la nutrition des plantes et des animaux.

M. PRAT.

Méthode générale de séparation de l'acide phosphorique pour servir au dosage de ce corps en nature.

(Séance du 9 Septembre 1872.)

L'importance commerciale des minéraux phosphatés a considérablement grandi depuis quelque temps.

L'agriculture consomme en ce moment de telles quantités de ces précieux produits, que, leur exploitation fût-elle subitement triplée, il serait encore difficile de satisfaire à toutes les demandes du commerce.

Aussi recherche-t-on partout activement de nouveaux gisements, et l'on peut dire que la surface terrestre n'avait jamais été explorée avec autant d'ardeur; tout minéral revêtu de quelque apparence phosphatée est sans hésitation aucune soumis à l'analyse.

On sait que la valeur agricole et commerciale de ces minéraux s'établit d'après leur teneur en acide phosphorique. On sait aussi que cette teneur est déterminée sur des échantillons de même sorte, absolument dans les mêmes conditions, par au moins deux chimistes : celui du vendeur, puis, comme contrôle, celui de l'acheteur. Or, il est malheureusement très rare de voir concorder les résultats obtenus de part et d'autre.

La raison en est que la science étant encore dépourvue d'une bonne méthode de dosage; il est loisible au chimiste de titrer l'acide phosphorique suivant le procédé qui lui est le plus familier ou qui lui paraît le plus rationnel.

On a pu voir ainsi, il y a quelque temps, des analyses d'une série de mêmes échantillons, faites en même temps en France et en Angleterre, fournir des résultats offrant des écarts de 8 à 15 pour 100, ce qui est énorme.

Appelé moi-même à analyser un minéral réputé phosphate fossile, qui m'avait été remis en poudre, j'ai été surpris de n'y point trouver d'acide phosphorique. Je me suis assuré du fait par de nouvelles expériences, dans lesquelles j'ai mis en jeu les moyens de constatation les plus certains.

Cependant cette poudre avait été vendue de bonne foi, assurément, comme phosphate fossile au titre de 48 pour 100. Il est bon de dire que la détermination de ce titre avait été faite suivant la méthode

dite *commerciale,* laquelle avait conduit l'opérateur, le vendeur lui-même, analyste peu expert sans doute, à commettre cette erreur grave de prendre pour phosphate de chaux un mélange d'alumine, de silice, de magnésie et de sesquioxyde de fer, résultant de la précipitation par l'ammoniaque de la dissolution terreuse acide.

Cette méthode commerciale n'est, à nos yeux, qu'un mauvais procédé, qu'un expédient. Il ne faut pas, en chimie, que la trop grande simplicité des moyens triomphe au détriment de l'exactitude. C'est pourtant le cas de la méthode en question : elle se recommande par une simplicité toute primitive. Des personnes fort peu familiarisées avec les propriétés des corps et les opérations analytiques l'appliquent sans discernement, mais avec une confiance superbe.

Certains dosages présentant des difficultés sérieuses pour des chimistes exercés et spéciaux sont ainsi hardiment entrepris par des personnes qui ont pris l'habitude de ne douter de rien.

Les erreurs résultant d'une semblable pratique discréditent la science. En outre, elles lèsent des intérêts, soulèvent des contestations et provoquent des procès.

Tous les grands traités de chimie pratique s'accordent à regarder la séparation intégrale, et, partant, le dosage exact de l'acide phosphorique comme une opération toujours délicate et le plus souvent très difficile à exécuter. En effet, tandis que tous les acides minéraux partagent entre eux un ensemble de propriétés qui définit très bien leur rôle chimique, le rôle de l'acide phosphorique est exceptionnellement complexe, parfois pénible à pénétrer et éminemment capable de déjouer ainsi l'habileté de l'analyste. Il faut, pour se rendre maître de toutes les difficultés inhérentes à sa séparation au point de vue du dosage, tenir scrupuleusement compte des remarquables modifications isomériques qu'il peut affecter suivant les circonstances. Sans cela, on peut être inopinément entraîné à le croire engagé en totalité dans une combinaison, alors qu'en réalité il ne l'est que partiellement.

Une connaissance profonde du rôle que joue l'acide phosphorique dans la nature, a sans doute suggéré cette juste réflexion à l'illustre géologue M. Élie de Beaumont : « L'acide phosphorique n'est pas précisément créé pour le bonheur des analystes. »

Il faut donc le reconnaître, le grand défaut de concordance qui règne encore dans les analyses des phosphates vient surtout de la défectuosité des procédés trop expéditifs de dosage et de la difficulté qu'on rencontre pour en créer de meilleurs.

Au point de vue de la science pure, il est un certain nombre de méthodes, pour ainsi dire classiques, conduisant toutes au dosage

suffisamment exact de l'acide phosphorique, mais qui ne sauraient être suivies que dans des cas spéciaux, et qui présentent d'ailleurs assez de complications pour ne pouvoir être utilement abordées que par des opérateurs déjà habiles.

En fait, il n'existe pas de méthode susceptible d'être appliquée indifféremment au dosage de l'acide phosphorique dans toute espèce de matière minérale phosphatée. Cette méthode générale est à créer.

Pour qu'elle puisse rendre des services réels à la science et satisfaire aux *desiderata* du commerce, il faut qu'elle réunisse certaines conditions : qu'elle soit commodément praticable dans les petits laboratoires, peu dispendieuse, expéditive et surtout exacte.

Tel est, Messieurs, le problème que je me suis efforcé de résoudre expérimentalement. J'espère que les résultats que je vais avoir l'honneur de vous soumettre, vous persuaderont que si je n'ai pas encore tout à fait atteint le but que je me suis proposé, je dois y parvenir bientôt sans plus d'efforts.

Vous voudrez bien, Messieurs, me pardonner ce long préambule dans l'intérêt de l'agriculture. Je sais trop combien ces questions vous sont familières, pour ne pas comprendre que de semblables explications peuvent fatiguer peut-être inutilement votre attention. Mais je n'ai pas su résister au désir de vous dire quelle impression pénible ont produite sur moi les écarts analytiques si préjudiciables que je viens de signaler, et quels motifs m'ont disposé à concourir à la recherche de moyens de prévenir le retour d'erreurs aussi regrettables.

J'aborde maintenant mon sujet.

La première question que j'ai cherché à traiter est celle d'opérer, dans tous les cas, la *séparation* complète de l'acide phosphorique, afin de pouvoir le doser en nature dans un état défini toujours constant.

Ce fait accompli, tout en établissant la parfaite identité du corps cherché, vient dissiper toute interprétation équivoque. L'analyse, dans ces conditions, atteint le degré de certitude voulue : elle est plus correcte, plus satisfaisante. Il ne suffit pas toujours d'exceller dans l'art de peser avec précision les produits recueillis dans l'analyse, il faut auparavant être absolument sûr de ne peser que des corps purs, dans un état nettement défini, et représentant nécessairement les quantités intégrales des corps à doser.

Le principe fondamental de ma méthode générale de dosage peut s'exprimer ainsi : « Étant donné un minéral phosphaté quelconque, convertir son acide phosphorique en sel ammoniacal, lequel, par

suite de sa décomposition complète par la chaleur rouge, laissera en résidu tout l'acide phosphorique à l'état monohydraté. »

Je dois soumettre à votre examen, Messieurs, les faits d'expérience suivants, faits qui ont présidé à la constitution de la méthode en question :

1° Le bisulfate d'ammoniaque supporte, avant de se décomposer, une température bien supérieure à celle qu'exige l'acide sulfurique pour se volatiliser.

2° En vertu de cette propriété, les phosphates en général ne peuvent résister à l'action décomposante de ce sel acide. Or, toute condition opératoire bien observée, il devient extrêmement facile d'engager l'acide des phosphates insolubles à l'état de phosphate d'ammoniaque simple ou double.

3° Lorsqu'on fait bouillir le mélange des dissolutions de phosphate acide de chaux et de sulfate d'ammoniaque, acide ou neutre, une double décomposition s'opère : le sulfate de chaux qui se précipite ainsi est cristallisé, la liqueur en retient encore une faible quantité dont on peut, du reste, la débarrasser entièrement, en profitant du principe suivant.

4° Par l'effet de l'ébullition, le carbonate d'ammoniaque précipite complètement la chaux dans les dissolutions de sulfate de cette dernière base.

5° Dans un milieu essentiellement ammoniacal, les oxydes métalliques qui ne sont pas complètement précipitables par le carbonate d'ammoniaque, seront précipités par le sulfhydrate de la même base, à l'exception de la magnésie.

6° Les sels de magnésie ne sont pas précipités, on le sait, par le carbonate d'ammoniaque à froid; mais sous l'influence de l'ébullition, il se dégage de l'acide carbonique et la magnésie se sépare entièrement à l'état de sous-carbonate.

7° Lorsqu'on traite le phosphate ammoniaco-magnésien récemment précipité et encore humide par un bon excès de carbonate d'ammoniaque, sous l'influence de l'ébullition, il s'opère une double décomposition à mesure que de l'acide carbonique se dégage, et, dès que cesse ce dégagement, la magnésie est entièrement transformée en sous-carbonate hydraté, tandis que l'acide phosphorique est uni à l'ammoniaque.

Le *modus faciendi* que je vais décrire brièvement, Messieurs, est essentiellement fondé sur les principes exposés précédemment; il en représente l'application pratique.

Conditions préalables :

Lorsqu'on peut savoir que le minéral à analyser contient beau-

coup d'alumine non combinée avec l'acide phosphorique, il est bon de faire subir à la matière une forte calcination pour rendre autant que possible l'alumine insoluble.

Il est évident que s'il s'agit de l'analyse des phosphates d'alumine, espèces assez rares, qui sont : la wavellite, la fisherite, la klaprotine, la peganite, l'amblygonite, les turquoises, etc., cette calcination devient inutile.

L'alumine sera, dans ce cas, précipitée en temps et lieu au moyen de l'hyposulfite d'ammoniaque.

Si c'est un superphosphate que l'on doit soumettre à l'analyse, si on n'a pas à déterminer la quantité d'acide phosphorique libre qu'il peut contenir, il devient inutile de recourir à tout lavage préalable à l'eau distillée.

La matière à analyser doit être réduite en poudre aussi ténue que possible.

Après avoir pris note de la perte de poids qu'elle a subie soit à 100°, soit par l'effet de la calcination, on pèse :

Phosphate à titrer.....	5 parties.
Sulfate neutre d'ammoniaque.....	4 —
Acide sulfurique à 66°.....	3 —

Faire agir d'abord l'acide sur le phosphate à l'aide d'une légère chaleur, en agitant jusqu'à ce que le boursouflement qui se produit ordinairement soit apaisé; ajouter ensuite le sulfate d'ammoniaque pulvérisé, le bien mélanger à la masse et chauffer le tout jusques à la température voisine de la décomposition du bisulfate d'ammoniaque.

Il n'est pas toujours nécessaire de chauffer autant, ce n'est que dans les cas où les minéraux phosphatés sont difficilement attaquables.

Lorsque le minéral soumis à l'analyse contient du fluor comme, par exemple, les apatites et les wagnerites, l'opération devra être faite dans une capsule de platine. Dans tout autre cas, on l'effectue dans une capsule de porcelaine.

Dès que la masse a été chauffée, comme je viens de l'indiquer, on la traite par environ 100 parties d'eau et l'on fait bouillir quelques minutes, puis, saturant exactement la liqueur par l'ammoniaque, on ajoute enfin 3 parties de carbonate d'ammoniaque dissous dans une quantité d'eau suffisante pour que la liqueur qui doit être soumise à une nouvelle ébullition, pendant un quart d'heure, puisse être ensuite facilement filtrée. Les matières insolubles rassemblées sur le filtre sont abondamment lavées sans désemparer. Un excès d'eau n'est pas à craindre ici.

La liqueur normale, une fois réunie aux eaux de lavage, contient alors tout l'acide phosphorique.

On verse dans cette dissolution saline quelques gouttes de sulfhydrate d'ammoniaque, pour savoir si elle retient des oxydes métalliques précipitables.

Si par cette addition elle se trouble, on procède à la précipitation complète; dans le cas contraire, on la traite directement par le sulfate double d'ammoniaque et de magnésie, jusqu'à cessation du précipité.

Ayant la parfaite certitude de n'avoir précipité ainsi que du phosphate ammoniaco-magnésien, on pourrait, à la rigueur, borner à ce point le mode de dosage. C'est-à-dire, le précipité étant rassemblé et lavé suivant les indications prescrites à ce sujet dans les ouvrages, il ne resterait plus qu'à le calciner pour le transformer en pyrophosphate de magnésie représentant alors, comme on le sait, 36,6 pour 100 de cette base.

Mais il nous paraît toujours plus rationnel, plus intéressant de pousser l'analyse jusqu'à la séparation de l'acide phosphorique.

On parvient aisément à ce résultat en provoquant, comme je l'ai indiqué précédemment, la double décomposition qui s'opère, entre le phosphate ammoniaco-magnésien et le carbonate d'ammoniaque en excès, décomposition qui, sous l'influence de l'ébullition, devient rapide et aussi complète que l'exprime l'équation suivante :

$$2[PhO^5AzH^4O,(MgO)^2(HO)^{12}] + 2(CO^2AzH^4O) = [(CO^2)3(MgOHO)^4] + CO^2 + 2[PhO^5(AzH^4O) + 6(HO).$$

Je suis arrêté ici, Messieurs, par l'importante communication faite à la dernière séance de cette section par M. Berthelot.

Notre éminent chimiste a émis ce grand principe : « L'acide fort s'empare de la base forte et l'acide faible de la base faible. »

Je crois devoir vous faire remarquer que c'est précisément en vertu de ce principe que fonctionne et s'accomplit entièrement la double décomposition que je viens de formuler sur ce tableau et qui constitue une des bases fondamentales du moyen général de séparation de l'acide phosphorique que je propose aujourd'hui.

J'étais bien pénétré d'avance de l'idée que les carbonates des bases fortes et fixes sont toujours susceptibles de décomposer les sels des bases fixes plus faibles, solubles ou non, sels dont l'acide est toujours plus fort que l'acide carbonique.

Mais il s'agissait de vérifier si le carbonate d'ammoniaque, dont la base est forte, mais volatile, transformerait les sels insolubles de magnésie, base faible, mais très fixe, n'oubliant pas que l'hydrate de

magnésie peut, à l'ébullition, chasser l'ammoniaque de certains de ses sels.

Ayant réalisé, ainsi que je l'ai indiqué précédemment, la transformation du phosphate ammoniaco-magnésien, j'ai reconnu que celle-ci n'avait lieu qu'à la faveur d'un excès de carbonate ammoniacal, et cela s'explique par la tendance qu'a le phosphate d'ammoniaque à devenir acide par l'effet d'une ébullition prolongée.

On conçoit qu'alors l'acide phosphorique soit ramené à l'état de phosphate magnésien insoluble.

Or, si j'ai bien saisi, dans la communication de M. Berthelot, les points qui se rattachent à cette question, voici que, sans m'en douter, avant d'avoir l'honneur de l'entendre, j'apporte au principe déduit de ses belles expériences de thermo-chimie une confirmation expérimentale nouvelle. Je serais heureux qu'il en fût ainsi, parce que ma propre expérience sur ce sujet se trouverait déjà consacrée.

Filtrant ensuite pour séparer l'hydrate de sous-carbonate de magnésie formé et lavant soigneusement celui-ci, il ne reste plus qu'à évaporer les liqueurs réunies à siccité et à calciner le produit jusque vers le rouge sombre, dans une capsule en platine, en ne négligeant pas d'imprégner, en temps et lieu, le résidu d'acide azotique, ainsi que le recommande Gay-Lussac.

Le résidu final représente naturellement tout l'acide du phosphate ammoniaco-magnésien à l'état d'acide métaphosphorique pur que l'on peut immédiatement peser dans la capsule même.

Tel est, Messieurs, l'ensemble des opérations que comprend la méthode que je soumets à votre examen.

Maintenant, pour peu que l'on réfléchisse sur la nature des principes qui lui servent de base, on ne tardera pas à reconnaître avec moi que cette nouvelle méthode est applicable à l'analyse de toute matière phosphatée et que ses avantages ne se bornent pas à ce point.

Je ne pense pas qu'il soit utile de retracer ici les expériences assez nombreuses que j'ai dû faire en vue du contrôle de son exactitude. Il me suffira de mentionner que j'ai comparé toutes les déterminations résultant de cette méthode avec celles que m'ont en même temps fournies tous les différents procédés qu'il m'a été permis de mettre en œuvre à cet effet.

Ce contrôle s'est exercé sur des échantillons les plus variés : d'abord sur les os calcinés à l'air et en vase clos, ensuite sur les espèces minérales suivantes : apatites, wagnerites, phosphorites, coprolithes; enfin, sur diverses terres phosphatées non définies, mais pouvant être considérées comme terres arables.

Ces résultats, à tous égards satisfaisants, m'ont autorisé à présenter au Congrès cette méthode comme réunissant les avantages que je résume ainsi : « Elle est peu compliquée, facilement abordable, expéditive, exacte et générale. »

En terminant ce travail, laissez-moi vous dire, Messieurs, que je le considère comme laissant beaucoup à désirer. Il serait moins imparfait, s'il n'était pas d'entreprise récente. Il n'y a donc guère que l'utilité du but auquel il vise, ne serait-ce qu'en faveur de l'agriculture et du commerce, qui puisse lui attirer vos bienveillants suffrages.

Un mot encore, Messieurs, pour vous soumettre un nouveau procédé de préparation du phosphate neutre d'ammoniaque, procédé qui est la conséquence de l'une des expériences que j'ai signalées plus haut.

On sait que le moyen ordinairement employé pour la préparation de ce sel consiste à traiter le phosphate acide de chaux par un léger excès d'ammoniaque. On ne retire ainsi que la moitié de l'acide phosphorique converti en sel ammoniacal, tandis que l'autre moitié se précipite à l'état de phosphate neutre de chaux.

Or, il est très facile, sans plus de frais et presque en aussi peu de temps, de convertir tout l'acide phosphorique des os en sel ammoniacal, en d'autres termes, d'obtenir le double de phosphate d'ammoniaque.

Il suffit pour cela d'appliquer le principe de la double décomposition suivante, laquelle ne s'effectue entièrement qu'à l'ébullition :

$$PhO^5(HO)^2CaO + SO^3AzH^4O + (AzH^4O)^2 = PhO^5(AzH^4O)^3 + SO^3CaO,HO + HO.$$

Le mode opératoire est extrêmement simple : on détermine d'abord le titre de la dissolution du phosphate acide de chaux, telle qu'on l'obtient du traitement des os par l'acide sulfurique; on la traite ensuite par le sulfate d'ammoniaque, en proportion correspondant à la moitié du poids de phosphate calcaire qu'elle contient, et on fait bouillir le tout quelques minutes; on ajoute alors assez d'ammoniaque pour rendre la liqueur franchement alcaline, on filtre et on fait cristalliser.

Je ferai remarquer que, si j'ai indiqué de traiter la liqueur phosphatée par une proportion de sulfate d'ammoniaque, qui n'est pas tout à fait équivalente, c'est avec l'intention d'éviter entièrement la présence de ce sel dans la liqueur, laquelle, par contre, se trouverait retenir un peu de phosphate acide de chaux, si l'addition de l'ammoniaque n'en venait précipiter la chaux à l'état de phosphate neutre.

Le prix des phosphates alcalins n'est pas bien élevé, celui du phosphate d'ammoniaque l'est relativement. L'adoption du procédé que je viens de décrire, pourrait avoir, ce me semble, pour conséquence et de diminuer de beaucoup le prix de ce sel et de rendre l'acide métaphosphorique ainsi que l'acide tribasique ordinaire plus usuels.

MM. C. FRIEDEL et R.-D. SILVA.

Sur quelques isoméries dans le groupe des composés à trois atomes de carbone.

La théorie de l'atomicité, entrée maintenant de la façon la plus large dans l'enseignement des pays voisins, rencontre encore, en France, une opposition qu'elle n'a pu surmonter. On a le droit de s'étonner d'une telle résistance, si l'on considère les services déjà rendus par cette théorie aux chimistes qui l'ont employée comme guide dans leurs recherches. Si le caractère essentiel d'une bonne théorie est d'être féconde, celle de l'atomicité a pleinement satisfait aux exigences les plus étendues. Elle se prête d'ailleurs aussi bien à l'enseignement élémentaire qu'aux recherches scientifiques, et, sans sortir de France, d'excellents traités de chimie sont là pour en faire foi; d'ailleurs, l'expérience de nombreux professeurs prouve que rien n'est plus facile que de la faire pénétrer dans l'esprit des élèves, surtout quand ceux-ci ne sont pas déjà habitués à un autre mode d'exposition, et que l'étude des faits de la science y gagne singulièrement au point de vue de la méthode et par conséquent à celui de la mnémonique.

Tous ces avantages semblent déterminants en faveur de l'adoption des nouvelles idées.

Elles n'ont pas même contre elles d'être en opposition avec le véritable fondement des anciennes théories; elles en sont plutôt un développement logique et un complément. Elles sont, en effet, une conséquence presque nécessaire et immédiate de la théorie des atomes, théorie à laquelle, actuellement, il n'est guère de chimiste qui ose se soustraire.

Si l'on admet, comme il est bien difficile de se refuser à le faire, que la matière est formée de particules qui ne sont pas divisibles au delà d'une certaine limite, et si c'est l'union de ces particules d'un poids constant en proportions simples qui constitue la combinaison, il est naturel de chercher dans les atomes mêmes ce qui régit la com-

binaison; car, bien que soumises à des conditions extérieures et physiques, il est évident, néanmoins, que les combinaisons dépendent avant tout de la nature même des corps mis en présence.

Dans l'union des atomes, on peut distinguer deux choses qui paraissent tout à fait indépendantes : la chaleur dégagée qui mesure l'énergie de la combinaison, et le rapport de nombre qui existe entre les atomes constituant le composé.

On peut facilement se rendre compte de la cause de la chaleur dégagée au moment de la combinaison; il se produit un travail intérieur, rendu sensible par le changement de propriétés des deux corps qui se sont transformés en un troisième, différant de chacun des deux corps primitifs. Mais ce qu'il est plus difficile de comprendre, c'est la raison de la combinaison en proportions parfaitement fixes et invariables, ou variables seulement suivant les multiples de certains poids définis. C'est ce fait, reconnu dès longtemps, que la nouvelle théorie cherche, non pas à expliquer, mais à systématiser, en attribuant à l'atome de chaque corps simple un pouvoir de combinaison multiple d'une certaine unité commune à tous les corps, unique ou variable dans des limites fort restreintes, suivant les circonstances de température, de pression, et, parfois aussi, suivant la nature du corps uni à celui que l'on considère.

Nous ne savons pas encore représenter mécaniquement ces conditions de la combinaison, quoique, assurément, cette interprétation mécanique doive exister; mais on peut prévoir que les considérations des volumes joueront un grand rôle, et peut-être aussi celle de combinaisons de mouvements vibratoires.

Quoi qu'il en soit, on voit que c'est là une notion s'éloignant fort peu de l'ancienne manière de comprendre les combinaisons. Ce qui s'y est ajouté de plus important, c'est la supposition qu'au point de vue de l'atomicité un corps peut être saturé partiellement ou totalement par lui-même. C'est ce qu'avait admis déjà Gerhardt pour les molécules des corps à l'état libre, et c'est ce qu'il suffisait d'étendre aux combinaisons, en appliquant toujours comme lui la loi de l'égalité des volumes de vapeur des molécules.

Quand une hypothèse se rattache d'une manière aussi directe à celles qui ont cours dans la science, il semble qu'elle ait droit tout au moins à être examinée sérieusement et à être poursuivie dans toutes ses conséquences, de manière à sortir de l'épreuve ou victorieuse ou détruite, dans l'un ou l'autre cas, au grand profit de la science.

L'une des conséquences les plus immédiates de la théorie de l'atomicité appliquée aux combinaisons carbonées est celle qui a été

mise en lumière par M. Kékulé immédiatement après que ce chimiste éminent eut formulé l'hypothèse de la tétratomicité du carbone. Il a supposé que les nombreuses isoméries des composés carbonés peuvent s'expliquer en admettant l'existence d'arrangements des atomes dans lesquels les liaisons entre les divers atomes sont toutes régies par les lois de l'atomicité. Autant il y aurait de modes différents de saturation des atomes les uns par les autres, autant il pourrait exister de composés isomériques divers. De là des systèmes de représentation graphiques, des formules qui, sans prétendre exprimer la position des atomes dans l'espace, indiquent les relations de saturation entre les divers atomes.

Nous voici arrivés à une conséquence de l'hypothèse atomique qui est parfaitement accessible à l'expérience et que l'on peut soumettre à une rigoureuse vérification. Il est clair, en effet, que si le nombre des isomères connus s'accorde avec celui des arrangements possibles des atomes dans la théorie qu'il s'agit de soumettre au contrôle, il y aura là un argument décisif en faveur de cette théorie. C'est d'autant plus vrai, qu'en parlant d'hypothèses moins restrictives, on voit augmenter immédiatement, dans des proportions énormes, le nombre des isomères possibles de composés même relativement simples. On n'a qu'à consulter sur ce point le Mémoire de M. Berthelot sur la trichlorhydrine (¹), et l'on voit qu'en admettant des arrangements atomiques permanents, mais en n'en limitant pas le nombre par les conditions dérivées de l'atomicité, ce savant chimiste est arrivé à admettre l'existence possible de près de deux cents isomères de la trichlorhydrine, alors que la théorie de l'atomicité, en supposant égales les quatre atomicités ou valeurs de combinaison du carbone, n'en fournit que cinq (²).

La vérification importante dont nous parlons ici a été faite pour quelques composés simples ; elle l'a été d'une manière plus étendue dans la série aromatique ; mais, dans cette dernière, l'hypothèse atomique est compliquée d'hypothèses de structure supplémentaires. Il nous semble donc qu'il est indispensable de chercher à obtenir, pour un certain nombre de composés de la série grasse, tous les isomères qu'indique la théorie. C'est là un travail long et pénible et

(¹) *Bull. de la Soc. chim.* [2], t. XIII, p. 393.

(²) Il est important de faire cette dernière restriction, car on sait qu'il y a des corps simples pour lesquels les divers degrés de saturation n'ont pas la même valeur thermique. C'est ce qui arrive, par exemple, pour le phosphore, pour lequel les trois Cl de $PhCl^3$ ne jouent pas le même rôle que les deux derniers Cl de $PhCl^5$. Pour le carbone, jusqu'ici aucun fait ne prouve que deux des atomicités diffèrent des deux autres, quoique cela puisse être en raison de l'existence de CO et de CO^2. Pour le moment, et aussi longtemps qu'elle suffira, il faut évidemment s'en tenir à l'hypothèse la plus simple.

pour lequel il faudrait toutes les ressources d'un grand laboratoire. Malgré l'exiguïté de celles dont nous disposons, il nous a semblé que nous pouvions l'entreprendre pour quelques composés du groupe en C^3. M. Silva a bien voulu nous prêter son concours infatigable, et si nous ne sommes pas encore parvenus au terme en remplissant toutes les cases de l'échiquier, nous avons pu constater que, dans un nombre déjà considérable d'expériences diverses, nous sommes restés en deçà du chiffre total des isomères indiqués par la théorie et que les réactions étudiées s'accordent avec les formules de constitution admises. Nous ne pensons pas nous arrêter là, et si les moyens ne nous font pas défaut, nous espérons mener à bien la vérification complète que nous-nous sommes proposée dès l'origine. Mais les résultats déjà obtenus nous paraissent offrir quelque intérêt et fournir sinon une preuve de la théorie, au moins une présomption de plus en sa faveur.

Nous avons choisi le groupe en C^3 pour deux raisons, c'est d'abord que, présentant une complication suffisante pour donner lieu à un contrôle sérieux de la théorie, il ne comprend pas encore les isomères en nombre vraiment effrayant qu'on peut entrevoir dans les séries plus élevées; c'est ensuite qu'une partie du travail est déjà faite, un grand nombre de recherches ayant eu ces composés pour objet. Nous citerons, en particulier, celles de MM. Würtz (1), Berthelot (2) Wichelhans (3), Reboul (4), Oppenheim (5), celles plus récentes de M. L. Henry (6), etc.

Nos expériences ont porté sur divers dérivés chlorés du groupe en C^3. Nous nous sommes servis, comme point de départ, du *propylène chloré,* que l'un de nous a obtenu dans l'action du perchlorure de phosphore sur l'*acétone* (7).

On sait que ce dernier composé, d'après son mode de formation et d'après toutes ses réactions, a une constitution exprimée par la formule $CH^3.CO.CH^3$. Parmi celles des composés organiques, c'est l'une des mieux établies et de celles vérifiées par le plus grand nombre de conséquences. Il en résulte pour le *méthylchloracétol,* qui dérive de l'acétone par remplacement de O par Cl^2, la formule $CH^3.CCl^2CH^3$

(1) *Annales de chimie et de phys.* [3], t. LI, p. 94.
(2) *Bull. de la Soc. chim.* [2], t. XIII, p. 385 et 393.
(3) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXLV, p. 1.
(4) *Annales de chimie et de phys.* [4], t. LX, p. 1.
(5) *Comptes-Rendus*, t. LXV, p, 354.
(6) *Deuts. die chemische Gesellschaft,* t. III, p. 298, etc.
(7) *Annales de chim. et de phys.* [4], t. XVI, p. 349.

et pour le propylène chloré qui, à son tour, en provient par perte de HCl, la formule suivante : $CH^3.CCl.CH^2$.

L'un de nous avait annoncé l'identité de ce propylène chloré avec celui dérivé du chlorure de propylène, identité vérifiée par la comparaison des produits d'addition $C^3H^3ClBr^2$ du brome avec les deux propylènes chlorés, et des chlorobromures C^3H^4ClBr provenant de l'action de la potasse sur ces produits.

Cette identité se conçoit fort bien, si l'on attribue au chlorure de propylène la formule $CH^3.CHCl.CH^2Cl$ qui est, du reste, d'accord avec la production du propylglycol $CH^3.CHOH.CH^2OH$, susceptible lui-même de fournir par oxydation, ainsi que l'a fait voir M. Würtz, l'acide lactique $CH^3.CHOH.CO.OH$.

Néanmoins, il ne nous a pas semblé inutile de soumettre ce fait important à de nouvelles vérifications.

Nous nous sommes proposé de comparer les produits chlorés dérivés des deux propylènes chlorés, comme cela avait été fait antérieurement pour les produits bromés.

Cette comparaison nous a conduits à maintenir l'affirmation de l'identité des deux propylènes chlorés, et elle nous a donné l'occasion, en même temps, de découvrir divers faits intéressants relatifs à l'action variable du chlore, suivant qu'elle s'exerce dans l'obscurité ou à la lumière.

Action du chlore sur le propylène chloré dans l'obscurité.

Lorsqu'on dirige un courant de chlore dans du propylène chloré dérivé de l'acétone et contenu dans un matras refroidi avec de la glace, en opérant dans l'obscurité ou à une très faible lumière diffuse, on voit, dès le commencement de l'opération, se dégager des fumées chlorhydriques abondantes. Pour éviter que la chloruration n'aille trop loin, on arrête au bout de quelque temps l'opération et on distille le produit, en recueillant tout ce qui passe avant 50 ou 60°. On soumet ensuite cette première partie à une nouvelle action du chlore, et ainsi de suite à plusieurs reprises. Les portions bouillant au-dessus de 60° sont réunies et soumises à une série de distillations fractionnées méthodiques.

On arrive bientôt à isoler ainsi un liquide bouillant entre 90 et 96° et qui forme la partie la plus abondante du mélange. Ce corps présente une composition exprimée par la formule $C^3H^4Cl^2$; c'est donc un propylène bichloré. C'est ce que confirment la densité de sa vapeur (trouvée de 3,92; la théorie exige 3,85) et l'existence d'un composé $C^3H^4Cl^2Br^2$ bouillant vers 205°. Ce dernier se forme par simple addition du brome au produit en question. Ce produit n'est donc

pas, comme on pouvait s'y attendre, un dérivé par addition du propylène chloré, mais un dérivé par substitution, qui est comme lui un corps non saturé (1).

Ce corps bichloré, traité par la potasse alcoolique, donne naissance à un dérivé éthéré monochloré, par substitution de OC^2H^5 à Cl.

L'éther $C^3H^4Cl.OC^2H^5$ bout à 110°.

L'action de l'éthylate de soude ou de la potasse alcoolique à une température plus élevée ou pendant un temps plus long fournit de l'éther propargylique $C^3H^3.OC^2H^5$.

On connaît déjà un composé de même formule que le propylène bichloré, c'est le glycide dichlorhydrique de M. Reboul, obtenu par l'action de la potasse sur la trichlorhydrine, et qui est lui-même, ainsi qu'on le verra plus bas, un mélange du propylène bichloré bouillant à 94° et du glycide dichlorhydrique pur, qui bout à 110°.

Nous avons soumis le propylène chloré provenant du chlorobromure de propylène (2) à l'action du chlore, dans les conditions indiquées précédemment, et nous avons observé exactement les mêmes phénomènes et obtenu les mêmes produits. Le propylène bichloré formé a également fourni un éther monochloré bouillant à 110°.

Action du chlore au soleil sur le propylène chloré.

Si, au lieu de maintenir dans l'obscurité ou à une lumière diffuse très faible le matras dans lequel se trouve le propylène chloré, on y introduit le chlore au soleil ou à une lumière diffuse vive, la réaction se passe tout autrement. Le dégagement d'acide chlorhydrique est très faible, et lorsque l'on soumet à la distillation fractionnée les produits formés, on recueille principalement un liquide bouillant vers 124°. Ce dernier est un isomère de la trichlorhydrine $C^3H^5Cl^3$ et son mode de formation par fixation directe du chlore sur le propylène chloré $CH^3.CCl.CH^2$ lui assigne la formule $CH^3.CCl^2.CH^2Cl$. Il se forme, en même temps, une petite quantité de propylène bichloré bouillant à 94°.

Le propylène chloré du chlorobromure de propylène s'est encore comporté exactement de la même manière que le précédent et a fourni le même composé $C^3H^5Cl^3$ bouillant à 124°.

(1) D'autres recherches, qui se trouvent exposées plus bas, nous ont fait voir que la même réaction fournit, outre ce propylène bichloré, un second composé isomérique, bouillant à une température inférieure, mais en petite quantité seulement.

(2) Ce dernier avait été préparé suivant le procédé que nous avons indiqué, en combinant d'abord avec le brome le propylène venant de l'iodure d'allyle, et en traitant le bromure par le bichlorure de mercure.

Les deux propylènes chlorés se montrent donc identiques dans toutes ces réactions, et les conclusions que l'un de nous avait appuyées sur l'étude des dérivés bromés, sont renforcées singulièrement, non pas seulement par l'identité des produits dérivés de l'un et de l'autre propylène chloré, mais par ces particularités de réactions si curieuses et par cette action si différente du chlore au soleil et dans l'obscurité.

Néanmoins, tout en maintenant ces conclusions, les faits remarquables indiqués par M. Reboul et relatifs à l'existence de deux propylènes bromés (1), nous obligent à faire une réserve. Il serait possible que le propylène chloré dérivé du chlorure de propylène fût un mélange de deux composés isomériques, dont l'un seulement serait identique avec celui provenant de l'acétone. Nous avons déjà observé quelques faits qui tendraient à appuyer cette hypothèse, et l'un de nous s'occupe à étudier cette question délicate en commun avec M. Reboul.

Action du chlore sur le chlorure d'isopropyle.

Nos recherches ont porté ensuite sur l'action qu'exerce le chlore sur le chlorure d'isopropyle. Ce dernier a été préparé en partant de l'iodure d'isopropyle, soit de celui obtenu directement par l'action de l'iode et du phosphore sur la glycérine, soit de celui provenant de la transformation de l'alcool isopropylique, obtenu lui-même par l'action de l'hydrogène naissant sur l'acétone. Les iodures d'isopropyle de l'une et l'autre provenance ont donné des résultats identiques.

L'iodure d'isopropyle, chauffé pendant plusieurs heures au bain-marie avec un excès de bichlorure de mercure, se transforme en chlorure d'isopropyle pur bouillant à 36°. Ce chlorure a été soumis à l'action du chlore, au soleil, dans un matras refroidi avec de la glace et suivi de deux vases, l'un vide et l'autre renfermant de l'eau et destinés à condenser les produits entraînés par l'acide chlorhydrique, en absorbant cet acide lui-même. Au bout d'un certain temps, on a arrêté la chloruration, et on a distillé les produits, en mettant à part ceux qui bouillaient au-dessus de 60°, et en soumettant de nouveau à l'action du chlore les produits inférieurs, jusqu'à leur complète transformation. Ayant réuni une quantité suffisante de produits chlorés, nous les avons soumis à des distillations fractionnées répétées, et au bout de dix distillations, nous avons réussi à isoler deux produits principaux bouillant, l'un vers 70° et l'autre

(1) *Comptes-Rendus*, t. LXXIV, p. 613.

vers 96°. Ces liquides se sont séparés nettement, et les parties intermédiaires étaient beaucoup moins abondantes que chacun des deux; il en était de même des produits supérieurs, qui étaient en petite quantité, grâce aux précautions prises pour empêcher que la chloruration n'allât trop loin.

Les deux liquides bouillant à 70 et à 96° ont une même composition répondant à la formule $C^3H^6Cl^2$; il n'a pas été difficile de reconnaître que le premier est le *méthylchloracétol,* et l'autre son isomère le *chlorure de propylène.*

Nous avons pris leurs densités comparativement à celles des produits purs, et nous avons trouvé :

	Méthylchloracétol.	Produit bouillant vers 70°.	Différence
Densités à zéro°,	1,1058	1,1125	+ 0,067
Densités à 25°,	1,0744	1,0818	+ 0,074

	Chlorure de propylène.	Produit bouillant vers 96°.	Différence.
Densités à zéro°,	1,184	1,182	— 0,002
Densités à 25°,	1,155	1,153	— 0,002

Outre ces caractères communs de densités et de points d'ébullition, nous avons trouvé une réaction qui nous a permis de vérifier l'identité des produits obtenus avec les deux isomères connus de la formule $C^3H^6Cl^2$.

Nous avons reconnu que, lorsqu'on chauffe le benzoate d'argent avec le méthylchloracétol, en présence de l'éther, pendant quelques heures à 100°, on obtient le benzoate $CH^3.CO.(C^7H^5O)^2.CH^3$, que M. Oppenheim a obtenu par l'action de l'iodhydrate de propylène chloré sur le même sel (1). Cet éther benzoïque est facilement reconnaissable et cristallise en beaux octaèdres du type clinorhombique, qui ont été déterminés par l'un de nous.

Quant au chlorure de propylène, il devait résister à la réaction ou fournir le benzoate de propylène, qui, d'après ce que l'on savait, était un corps cristallisable dans le type orthorhombique et isomorphe avec le benzoate d'éthylène de M. Würtz (2). N'ayant jamais obtenu un composé ayant ces propriétés, nous avons éprouvé quelques doutes sur l'exactitude des observations de M. Meyer. Nous avons fait réagir sur le benzoate d'argent une grande quantité de bromure de propylène à 100°, en présence de l'éther, et, au lieu

(1) *Comptes-Rendus*, t. LXV, p. 357.
(2) Meyer, *Comptes-Rendus*, t. LIX, p. 444.

de cristaux, nous avons isolé un liquide sirupeux, qui n'a pas cristallisé même quand on y a introduit des fragments de cristaux, soit du benzoate acétonique de M. Oppenheim, soit du benzoate de propylène (?) de M. Meyer. Ce liquide sirupeux bout vers 240° sous une pression de 12 à 14 millimètres de mercure et à la composition du benzoate de propylène $C^3H^6(C^7H^5O^2)^2$. Nous en concluons que le dibenzoate de propylène, au lieu d'être cristallisable comme le dibenzoate d'éthylène, est liquide et incristallisable. La différence existant entre l'éthylène et le propylène, qui ne sont pas de véritables homologues, permet de comprendre fort bien que leurs dérivés ne soient pas isomorphes; leurs formules sont en effet les suivantes :

$CH^2(C^7H^5O^2)$	CH^3.	CH^3
$CH^2(C^7H^5O^2)$	$CH(C^7H^5O^2)$	$C(C^7H^5O^2)^2$
	$CH^2(C^7H^5O^2)$	CH^3
Benzoate d'éthylène.	Benzoate de propylène.	Benzoate acétonique.

L'erreur de M. Meyer tient sans doute à ce qu'il a opéré avec du bromure de propylène impur, provenant de l'action de la chaleur sur l'alcool amylique et renfermant des quantités notables de bromure d'éthylène. C'est ce dernier qui a dû fournir les cristaux mesurés par l'un de nous, et auxquels il avait trouvé la forme du benzoate d'éthylène.

Nous pouvons ajouter tout de suite, pour ne pas revenir là-dessus, que nous avons profité de l'étude que nous avions faite de cette réaction pour vérifier l'exactitude d'un fait annoncé par M. Linnemann. D'après ce chimiste, l'action du brome sur le bromure d'isopropyle fournit du bromure de propylène. Ayant fait réagir le brome sur le bromure d'isopropyle, nous avons, en effet, obtenu un bromure bouillant vers 143° et qui a réagi sur le benzoate d'argent, en donnant un liquide sirupeux bouillant vers 240° sous une pression de 12 à 14 millimètres de mercure, en un mot, identique à celui que nous a fourni le bromure de propylène pur préparé directement.

Ayant donc en main ce moyen de contrôle, nous avons chauffé simultanément pendant plusieurs jours à 100°, en présence de l'éther, avec une quantité correspondante de benzoate d'argent, 5 grammes de chacun des deux liquides bouillant à 70° et à 96° provenant de la chloruration du chlorure d'isopropyle. Après avoir lavé les liquides éthérés avec une solution étendue de potasse, pour enlever une certaine quantité d'acide benzoïque mis en liberté, nous avons évaporé l'éther. Le tube renfermant le chlorure bouillant à 70°, nous

a donné une abondante cristallisation de benzoate acétonique en beaux cristaux clinorhombiques. L'autre n'a fourni qu'une trace d'un résidu formé d'acide benzoïque, et le chlorure s'est retrouvé en grande partie inaltéré dans le liquide éthéré.

Il y a encore une autre réaction qui permet de distinguer les deux isomères : c'est l'action du protoclorure d'iode, qui est très vive sur le méthylchloracétol, et qui se produit seulement à chaud sur le chlorure de propylène. Les produits obtenus se comportaient bien ainsi.

On peut en conclure que les liquides isolés sont bien le méthylchloracétol et le chlorure de propylène qui se sont produits dans une seule et même réaction. La proportion du méthylchloracétol est dominante, quoique variable avec les conditions de l'expérience. Celle du chlorure de propylène a varié du cinquième de celle du méthylchloracétol jusqu'aux deux tiers.

Ayant observé que la présence de l'iode paraît favoriser la production du chlorure de propylène aux dépens du méthylchloracétol, nous avons pensé que nous arriverions à un résultat plus favorable dans ce sens en remplaçant le chlore par le proto-chlorure d'iode sec et pur. On sait, en effet, que le chlorure d'iode agit comme corps chlorurant et que son action est souvent différente de celle du chlore (1). On comprend fort bien cette différence d'action ; le chlorure d'iode attaque sans doute le corps hydrocarboné avec formation d'acide chlorhydrique et introduction d'un atome d'iode dans la molécule. Cet atome d'iode est ensuite éliminé par le chlorure d'iode lui-même, qui fait subir, comme on sait, une pareille transformation à un grand nombre d'iodures (2). Ce qui vient à l'appui de cette manière de voir, c'est qu'il reste toujours dans le produit de la réaction une trace d'un corps iodé, qui est comme un témoin d'une des phases de la transformation.

En chauffant le chlorure d'isopropyle à 120° en tube scellé avec le proto-chlorure d'iode en quantité correspondante, c'est-à-dire avec deux molécules de chlorure d'iode pour une de chlorure organique, et en ayant soin de n'opérer que par très petites portions, pour éviter l'explosion des tubes, nous avons constaté que la réaction se fait en très grande partie suivant l'équation :

$$C^3H^7Cl + 2ICl = C^3H^6Cl^2 + HCl + I^2.$$

L'iode est mis en liberté; il se dégage beaucoup d'acide chlorhydrique; il se forme une très petite proportion de produits iodés et de

(1) Voir le mémoire de M. Jungfleisch sur les dérivés substitués de la benzine (*Annales de chimie et de physique* [5], t. XV, p. 204).

(2) Friedel et Silva, *Bulletin de la Société chimique*, 2e série, t. XV, p. 6.

composés chlorés supérieurs, et le produit principal est le *chlorure de propylène* pur et sans mélange de méthylchloracétol.

Ce fait de la production simultanée de deux composés isomériques par une même réaction nous paraît présenter un intérêt notable. On connaît déjà de nombreux faits pareils dans la série des composés aromatiques. Celui que nous venons de signaler, montre que la même chose se produit dans la série grasse. M. Kraemer (1) avait déjà observé que le chlorure d'éthyle chloré se forme en même temps que le chlorure d'éthylène dans la fabrication du chloral, et il a admis que le chlorure d'éthylène est produit par l'action du chlore sur le chlorure d'éthyle. C'est ce qui nous paraît aussi fort probable; mais dans une réaction aussi complexe, il serait possible de trouver d'autres interprétations. Dans celle que nous décrivons, au contraire, le fait est extrêmement simple; il nous semble démontrer le rôle que jouent, au point de vue de l'isomérie, les relations de saturation des divers éléments groupés ensemble. Une seule et même réaction donnant lieu à plusieurs isomères, il est difficile de chercher ailleurs que dans ces relations la cause de la différence entre les composés produits. Il est du reste clair que les différences des relations de saturation doivent être accompagnées de différences calorifiques correspondantes, et on entrevoit facilement le rôle de ces différences calorifiques dans la direction imprimée à la réaction. On comprend aussi que des réactifs différents ou des modes divers d'opérer puissent fournir tantôt les mêmes produits, tantôt des isomères.

Pour en revenir au chlorure d'isopropyle, si l'on se rappelle sa formule : $CH^3.CHCl.CH^3$, on voit aisément qu'il ne peut fournir par l'action d'un chlorurant quelconque que deux isomères monochlorés: le chlorure de propylène $CH^3.CHCl.CH^2Cl$ et le méthylchloracétol $CH^3.CCl^2.CH^3$. L'expérience prouve qu'on les obtient tous deux; de plus, il ne s'est formé, en même temps, aucun autre produit de même composition.

Isomères de la trichlorhydrine.

Nous arrivons maintenant à la troisième partie de notre travail, celle qui porte sur les isomères de trichlorhydrine.

La théorie de l'atomicité indique l'existence de cinq corps ayant une composition exprimée par la formule $C^3H^5Cl^3$; on peut, en effet, construire les divers arrangements suivants :

1	2	3	4	5
CH^2Cl	CH^2Cl	CH^2Cl	CH^3	CH^3
$CHCl$	CH^2	CCl^2	$CHCl$	CH^2
CH^2Cl	$CHCl^2$	CH^3	$CHCl^2$	CCl^3

(1) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. III, p. 257.

De ces divers isomères le premier seul, la trichlorhydrine, avait été étudié d'une manière un peu approfondie; les autres étaient inconnus. Nous en avons fait connaître deux autres, le troisième et le quatrième de notre énumération. Quant au deuxième et au cinquième, ils restent encore à préparer, et c'est un travail que nous nous proposons de faire incessamment pour compléter cette série qui n'aura toute son importance qu'alors.

Tout au moins pouvons-nous dire dès maintenant que les faits observés par nous sont pleinement d'accord avec la théorie, et que celle-ci nous a aidés puissamment dans l'étude de ces faits souvent fort compliqués.

Action du chlore et du chlorure d'iode sur le méthylchloracétol.

Nous avons commencé notre étude par celle de l'action des divers chlorurants sur le méthylchloracétol. D'après la formule assignée à ce composé, $CH^3.CCl^2.CH^3$, on voit qu'on ne doit pouvoir en dériver qu'un seul corps trichloré, $CH^3.CCl^2.CH^2Cl$. C'est aussi ce qu'a montré l'expérience. En faisant agir le chlore au soleil sur le méthylchloracétol, toujours avec les précautions nécessaires pour empêcher une chloruration trop avancée, nous n'avons obtenu qu'un seul corps de la formule $C^3H^5Cl^3$. Ce corps bout à 124° et est identique avec celui que fournit la fixation du chlore sur le propylène chloré au soleil. C'est encore ce que la formule du propylène chloré permettait de prévoir : $CH^3.CCl.CH^2 + Cl^2 = CH^3.CCl^2.CH^2Cl$. La densité de ce produit est de 1,350 à 0° et de 1,318 à 25°.

Nous l'avons traité par l'eau à 170°, suivant la méthode de M. Berthelot pour la saponification de la trichlorhydrine; il s'y est dissous plus facilement que cette dernière, et n'a laissé qu'une petite quantité d'un résidu noir liquide. Le liquide aqueux, traité par le carbonate d'argent, pour enlever l'acide chlorhydrique, puis par l'hydrogène sulfuré, ne renfermait pas de glycérine, mais un produit non volatil, se résinifiant par l'évaporation à chaud, réduisant l'azotate d'argent ammoniacal, et se présentant après évaporation dans le vide sec comme une masse jaune amorphe, brûlant avec une odeur de caramel. Une analyse de ce produit lui assigne une composition qui le rapprocherait d'un polymère de l'aldéhyde $CH^3.CO.CHO$ correspondant à l'acide pyruvique. En l'oxydant par l'acide azotique, on a obtenu une matière ayant une odeur qui rappelait celle de l'acide pyruvique. Des expériences plus complètes sont nécessaires avant de se prononcer sur la nature et la composition de ce produit.

Le résidu noir liquide, ayant été distillé, a fourni un produit passant d'abord entre 80 et 100°. Par plusieurs fractionnements, on est parvenu à le résoudre en deux liquides bouillant, l'un vers 80°, l'autre vers 94°. Tous deux ont la composition répondant à la formule $C^3H^4Cl^2$; ce sont des propylènes bichlorés.

Le deuxième est identique avec celui que nous avons décrit plus haut et qui est le produit principal de l'action du chlore sur le propylène chloré dans l'obscurité. Il forme comme lui, avec le brome, un chlorobromure $C^3H^4Cl^2Br^2$ bouillant à 205°. L'autre chlorure absorbe le brome moins avidement, et le bromure qu'il fournit bout, avec décomposition partielle, vers 190°.

Nous avons reconnu que ce deuxième propylène bichloré se forme aussi lorsque le chlore agit dans l'obscurité sur le propylène chloré. Seulement, la quantité en est beaucoup moindre que celle du liquide bouillant à 94°. Ayant fractionné une assez grande quantité du produit de cette réaction, nous avons réussi à isoler une petite quantité d'un liquide bouillant de 80 à 90°. Nous avons pu l'amener à un état plus grand de pureté en le traitant par une quantité de brome insuffisante pour le saturer. A côté d'un chlorobromure bouillant vers 200°, il restait une petite quantité d'un liquide commençant à distiller à 72° et bouillant presque en entier à 75°.

Sa composition répondait à la formule $C^3H^4Cl^2$. La dérivation de ces deux propylènes bichlorés du méthylchloracétol chloré par perte de HCl leur assigne les formules $CH^3.CCl.CHCl$ et $CH^2Cl.CCl.CH^2$ (1); ces mêmes formules sont une conséquence nécessaire de la dérivation des deux propylènes bichlorés du propylène chloré, par substitution. Nous manquons jusqu'ici de raisons tout à fait déterminantes pour assigner à l'un ou à l'autre l'une de ces deux formules; néanmoins, nous inclinons à penser que la première $CH^3.CCl.CHCl$ répond au propylène bichloré bouillant à 75° et l'autre $CH^2Cl.CCl.CH^2$ à celui bouillant à 94°. Les deux propylènes bichlorés, chauffés à 100° avec la potasse alcoolique pendant quelques heures, donnent naissance à de l'éther propargylique, caractérisé par son odeur alliacée et par la propriété de donner, avec l'azotate d'argent ammoniacal, un précipité blanc.

Ce fait est assez singulier. Si l'on se reporte aux formules des deux propylènes bichlorés et à celle qui est de beaucoup la plus

(1) D'autres formules encore seraient possibles; mais il semble que le type $CH^3.CH.CH^2$ jouit d'une stabilité plus grande que tous les autres correspondant à la formule C^3H^6. On sait que l'action du sodium sur le méthylchloracétol donne naissance au propylène ordinaire et non au propylène $CH^3.C.CH^3$, qu'on aurait pu s'attendre à obtenir. Il paraît en être de même pour les propylènes bichlorés.

probable pour l'éther propargylique $C^2H^5O.CH^2.C.CH$, on comprend que le corps $CH^2Cl.CCl.CH^2$ fournisse l'éther propargylique. Mais le corps $CH^3.CCl.CHCl$ semble ne pas pouvoir lui donner naissance. Pourtant il ne faut pas oublier que les réactions ne sont pas aussi régulières dans les corps non saturés que dans les corps saturés; ils tendent vers un état d'équilibre qui peut exiger des transpositions moléculaires, comme celle que nous citons dans la note de la page précédente.

Nous ferons d'ailleurs remarquer que les deux propylènes bichlorés n'ont pas été obtenus dans un état absolu de pureté, surtout celui bouillant à 75°, dont nous n'avons eu qu'une faible quantité entre les mains. Pour trancher la question, de nouvelles expériences sont nécessaires.

Le trichlorure bouillant à 124° fournit également de l'éther propargylique lorsqu'on le chauffe à 100° avec la potasse alcoolique. Il donne en même temps des produits réduisant l'azotate d'argent ammoniacal, sur lesquels nous nous proposons de revenir.

Le chlorure d'iode agit aussi très facilement sur le méthylchloracétol et le transforme en un seul trichlorure identique avec le précédent que l'on peut donc désigner par le nom de *méthylchloracétol chloré*.

Action du chlore et du chlorure d'iode sur le chlorure de propylène.

Si le méthylchloracétol, d'après sa constitution, ne devait fournir qu'un seul trichlorure, on pouvait prévoir que le chlorure de propylène serait apte à en fournir trois représentés par les formules $CH^2Cl.CHCl.CH^2Cl$, $CH^3.CCl^2.CH^2Cl$ et $CH^3.CHCl.CHCl^2$. Le premier est la trichlorhydrine; le deuxième est identique avec le méthylchloracétol chloré; le troisième est un composé nouveau.

Les faits sont venus encore cette fois donner raison à la théorie.

Nous avons constaté d'abord que l'action du chlore au soleil sur le chlorure de propylène ne donne pas de trichlorhydrine, mais un autre trichlorure bouillant vers 140° et dont la constitution doit être exprimée par la formule $CH^3.CHCl.CHCl^2$. On obtient en même temps une quantité notable d'un produit bouillant entre 150 et 160°; mais ce n'est qu'un mélange du trichlorure précédent avec un tétrachlorure qu'il n'est pas possible d'en séparer par distillation. Ce mélange ne fournit d'ailleurs pas de glycérine par saponification à l'aide de l'eau.

La densité du trichlorure bouillant à 138-140° est de 1,402 à zéro et de 1,372 à 25°.

La remarque faite par nous antérieurement que le chlorure d'iode attaquait dans le chlorure d'isopropyle de préférence les groupes

méthyliques, nous a portés à penser que nous pourrions arriver à la reproduction de la trichlorhydrine en faisant agir le même réactif sur le chlorure de propylène. Nos prévisions ont été justifiées. Non pas que la réaction ait fourni uniquement le produit cherché, mais la trichlorhydrine est au moins l'un de ceux qui prennent naissance.

Le chlorure de propylène a été préparé en faisant agir sur l'iodure d'allyle le zinc et l'acide chlorhydrique en présence de l'alcool. Pour éviter le mélange de produits allyliques entraînés, le propylène dégagé était soigneusement lavé dans quatre flacons laveurs à alcool et à eau, puis dirigé dans des tubes de Liebig remplis d'une solution concentrée de protochlorure d'iode. On a vu bientôt se séparer un liquide huileux, qui n'était autre que le chloroiodure de propylène. Ce dernier a été purifié par distillation, puis traité par le bichlorure de mercure qui le convertit facilement en chlorure de propylène, que l'on purifie encore par distillation. Le lin qu'on a employé bouillait en entier de 96 à 100°.

Le chlorure de propylène ainsi obtenu a été scellé dans des tubes par petites portions avec du protochlorure d'iode sec, et chauffé à 140°. La réaction terminée, ce dont il est facile de s'apercevoir au dépôt de l'iode et au changement de couleur du liquide, on a ouvert les tubes à la lampe, pour laisser dégager l'acide chlorhydrique, et l'on a traité le contenu des tubes par la potasse étendue et par le sulfite de soude, pour dissoudre l'iode.

Le liquide huileux, lavé à l'eau et séché à l'aide du chlorure de calcium, a été soumis à la distillation fractionnée. On a retrouvé d'abord une assez forte proportion de chlorure de propylène inaltéré, puis, vers 125°, fort peu de liquide, un peu plus vers 140°, et une autre portion plus abondante entre 150 et 160°. Il ne reste plus ensuite qu'une faible proportion de produits supérieurs.

Le composé bouillant vers 140° est le trichlorure signalé plus haut, qui se forme aussi dans l'action du chlore sur le chlorure de propylène.

Quant au produit bouillant vers 155°, c'est de la trichlorhydrine mélangée avec une faible proportion d'un tétrachlorure qu'on ne parvient pas à en séparer entièrement (1).

Il présente la densité de la trichlorhydrine, son odeur, et, ce qui est plus probant, la propriété de fournir de la glycérine par saponification.

L'ayant chauffé avec une grande quantité d'eau à 170°, ayant saturé ensuite par le carbonate d'argent l'acide chlorhydrique formé,

(1) Un tétrachlorure $CH^2Cl.CCl^2.CH^2Cl$ ou $CH^3.CCl^2.CHCl^2$ dérivé du méthylchloracétol chloré pourrait fort bien bouillir vers la même température que la trichlorhydrine.

filtré, traité par l'hydrogène sulfuré et évaporé au bain-marie, nous avons obtenu un liquide sirupeux, insoluble dans l'éther, et qui, chauffé avec le bisulfate de potasse, développe l'odeur caractéristique de l'acroléine. Traité par l'iodure de phosphore après dessiccation incomplète, il donne de l'iodure d'isopropyle. Après une dessiccation complète, le même réactif fournit de l'iodure d'allyle.

C'est donc bien à la trichlorhydrine que nous avons abouti, en partant du chlorure de propylène. Le chlorure de propylène pouvant d'ailleurs, ainsi que nous l'avons fait voir plus haut, s'obtenir par l'action du chlore sur le chlorure d'isopropyle, il nous semble que nous avons résolu le problème de la production de la glycérine avec un corps ne dérivant pas lui-même de ce composé. Il est vrai que le propylène que nous avons employé en dernier lieu, provenait bien de la glycérine; mais ce propylène, pas plus que son chlorure, ne présente aucune différence avec celui qui est préparé d'une autre façon, et il nous a semblé que nous pouvions admettre leur identité, jusqu'à ce qu'une différence fût démontrée. Une objection plus grave a été élevée contre nos résultats par M. Berthelot (1). C'est celle qui consiste à supposer que des produits allyliques ont pu se trouver mélangés au chlorure de propylène employé. Nous avons déjà fait remarquer que le propylène traversait deux flacons laveurs à alcool et deux autres à eau salée. Dans ces conditions, il nous paraît qu'il ne pouvait être entraîné que des traces d'iodure d'allyle. Ce dernier, s'il se trouvait dans le produit, devait être transformé en trichlorhydrine, et le chlorure de propylène employé, qui bouillait de 96 à 100°, ne pouvait pas en contenir une notable proportion. Mais supposons qu'il en contînt et que ce fût à ce mélange que l'on dût la glycérine formée, ce qui est impossible en raison des quantités obtenues, en opérant une deuxième et une troisième fois sur le même chlorure de propylène, on n'aurait plus dû obtenir ni trichlorhydrine, ni glycérine. Or, la proportion de ces corps fournis par les diverses opérations successives est restée la même. Il nous semble donc que l'objection tombe, et que c'est au chlorure de propylène lui-même qu'il faut faire remonter l'origine de la trichlorhydrine et de la glycérine. Cette dernière a donc été obtenue avec un corps que l'on sait préparer sans employer la glycérine. Si nous avions eu entre les mains les moyens de préparer le chlorure de propylène à l'aide de l'alcool isopropylique, nous aurions sans doute préféré nous en servir; nous croyons, néanmoins, que notre démonstration est suffisante.

(1) *Bulletin de la Société chimique* [2], t. XVIII, p. 3.

Nous ne pensons pas que les expériences négatives de M. Berthelot infirment les nôtres. Ce savant chimiste s'est placé dans des conditions tout à fait différentes de celles où nous avons opéré. Il a fait agir sur le chlorure d'isopropyle le chlore gazeux en présence d'une petite quantité d'iode, ou en l'absence complète de ce corps, Nous avons fait voir que, dans ces conditions, il se produit surtout du méthylchloracétol qui ne fournit pas de trichlorhydrine par une chloruration ultérieure. Les circonstances ne sont pas même celles que nous avons montrées nécessaires pour la production de la trichlorhydrine aux dépens de la petite quantité de chlorure de propylène qui a pu prendre naissance.

Propylènes bichlorés.

Dans ce qui précède, nous avons fait connaître l'existence de deux propylènes bichlorés qui ont été obtenus tous deux à la fois par l'action du chlore sur le propylène chloré, dans l'obscurité, et par l'action de l'eau sur le méthylchloracétol chloré. Le premier bout à 94° et fournit un bromure bouillant à 205°; le deuxième bout à 75° et son bromure bout à 190°.

Nous avons constaté que les mêmes deux chlorures se forment aussi par l'action de la potasse alcoolique sur le méthylchloracétol chloré; dans ces conditions, on obtient relativement une plus grande proportion du chlorure bouillant à 75°.

A ces deux propylènes bichlorés vient s'en joindre un troisième, que nous considérons comme le glycide dichlorhydrique de M. Reboul à l'état de pureté.

Nous avons obtenu ce corps en traitant de la dichlorhydrine par l'oxychlorure de phosphore, avec l'intention de la transformer en trichlorhydrine. Il est évident que, dans ce cas, l'oxychlorure agit seulement comme déshydratant; c'est ce que prouve d'ailleurs l'action de l'acide phosphorique anhydre sur la dichlorhydrine qui donne naissance au même composé.

$$C^3H^4Cl.CHOH.CH^2Cl - H^2O = CHCl.CH.CH^2Cl.$$

Le liquide obtenu, lavé à l'eau et séché, se sépare en trichlorhydrine distillant vers 155° et est un produit bouillant de 105 à 107°, qui fournit un bromure qui bout de 220 à 225°. Sa composition répond du reste à la formule $C^3H^4Cl^2$. La dichlorhydrine ayant pour formule $CH^2Cl.CHOH.CH^2Cl$, on doit admettre que le propylène chloré qui en dérive par perte de H^2O, a pour formule $CH^2Cl.CH.CHCl$. On voit que ce corps doit fournir facilement un éther chloré par l'action

de la potasse alcoolique; c'est ce qui a lieu en effet. L'éther formé $C^3H^4Cl.OC^2H^5$ bout de 120 à 125°. Il peut absorber deux atomes de brome et fournit un produit décomposable par la distillation et qui semble formé d'un mélange de cristaux et d'un liquide.

L'action prolongée de la potasse alcoolique sur l'éther chloré ou sur le propylène chloré en question donne de l'éther propargylique, ainsi que la formule permettait de le prévoir.

Nous avons reconnu que l'action de l'anhydride phosphorique sur la dichlorhydrine provenant de l'alcool allylique ne fournit pas de propylène bichloré.

En le chauffant avec de l'acide dichlorhydrique saturé à 6°, on n'obtient aucune combinaison; tandis que le propylène bichloré bouillant à 93° fournit dans ces conditions le méthylchloracétol chloré.

L'action de la potasse sur la trichlorhydrine donne un mélange en proportions variables des propylènes bichlorés bouillant à 93° et à 106°. Dans les expériences que nous avons faites, c'était le premier qui dominait.

Il en est de même de l'action ménagée de la potasse alcoolique, qui fournit aussi un mélange de ces deux propylènes bichlorés.

Tous ces faits nous paraissent s'accorder si bien avec la théorie et réaliser d'une manière si complète les particularités qu'elle permet de prévoir que, sans attendre le complément de ce travail, dont nous poursuivons l'achèvement, nous pensons pouvoir y trouver un appui solide en faveur de la théorie de l'atomicité et des formules de constitution qui s'en déduisent.

M. J. RIBAN,

Chef des travaux chimiques des hautes études au Collége de France.

Sur les aldéhydes condensées avec élimination d'eau ou aldanes.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

On sait que les aldéhydes, sous l'influence de certains agents et notamment de l'acide chlorhydrique, peuvent se condenser avec élimination d'eau. M. Kékulé a fait connaître le premier terme de ces condensations, auquel il a donné le nom d'*aldéhyde crotonique*. M. Borodine et moi-même avons, chacun de notre côté, signalé la formation d'un produit analogue par l'action de la chaleur seule sur

l'aldéhyde valérique; dans ces conditions, deux molécules de valéraldéhyde se soudent, avec élimination de H^2O, pour donner naissance au produit condensé $C^{10}H^{18}O$. M. Würtz a décrit, tout récemment, sous le nom d'*anhydride de l'aldol,* un corps représentant quatre molécules d'aldéhyde moins H^2O.

J'ai l'honneur de faire connaître à l'Association française un nouveau mode de formation de ces composés et de l'entretenir de deux termes nouveaux de condensation.

Les aldéhydes peuvent se condenser avec élimination d'eau ainsi qu'il résulte de nos propres expériences et de celles des auteurs précités. J'ai pensé que les métaux susceptibles de décomposer l'eau solliciteraient la formation de ce corps en donnant naissance à des produits condensés. C'est ce que l'expérience a vérifié; j'ai successivement employé le sodium et le zinc métallique.

Aldéhyde acétique. — Le sodium réagit sur cette aldéhyde en solution éthérée et refroidie, avec dégagement d'hydrogène. Après élimination du métal entré en dissolution par un courant de gaz chlorhydrique sec jusqu'à faible réaction acide, on neutralise par du carbonate de soude desséché, on sépare le chlorure de sodium formé et chasse l'éther au bain-marie : il reste un liquide sirupeux, incolore, que l'on distille dans le vide. Cette distillation fournit de l'aldol $C^4H^8O^2$, corps récemment découvert par M. Würtz, et une substance qui paraît être l'anhydride de l'aldol; il reste au delà de 180°, dans le vide des produits visqueux presque incolores. La transformation de l'aldéhyde en produits de condensation est très rapide, elle est généralement terminée en une demi-heure.

Aldéhyde valérique. — L'aldéhyde valérique, traitée par l'amalgame de sodium ou le sodium en nature, donne naissance au composé $C^{10}H^{18}O$, bouillant à 190° et représentant deux molécules d'aldéhyde moins H^2O : c'est le corps que nous avons déjà signalé.

L'action du sodium étant très énergique, nous avons eu recours au zinc, en descendant l'échelle classique des métaux. Après nous être assuré que ce métal, en copeaux, décompose l'eau à 100° en vase clos, avec assez d'énergie pour donner des résultats pratiques, nous l'avons fait réagir sur les aldéhydes acétique, valérique, benzoïque et sur l'acétone.

Aldéhyde acétique. — On chauffe ce corps à 100-104°, avec du zinc en copeaux, dans des tubes scellés très résistants, que l'on ouvre toutes les trois ou quatre heures pour donner issue au gaz hydrogène produit en abondance par la décomposition de l'eau; on arrête

la chauffe quand le dégagement de gaz commence à diminuer. On trouve alors le zinc complètement transformé en hydrate d'oxyde, et l'aldéhyde en un liquide épais incolore, mélange de plusieurs produits condensés. On sépare ces corps par distillation dans un vide à deux centimètres. Il passe d'abord de l'aldéhyde crotonique, un peu d'aldol, puis de 140-160° un nouveau produit de condensation. Au delà de 180°, il reste un résidu épais, transparent, qui se décompose à la distillation et qui contient beaucoup d'oxyde de zinc combiné.

Le produit bouillant de 140-160° passe de 140-150° par une nouvelle distillation dans le vide, bout vers 220° sous la pression normale et correspond à la formule $C^6H^{10}O^2$.

	Expérience.	Calcul.
Carbone.....	63,2	63,2
Hydrogène.....	9,3	8,8

Il représente trois molécules d'aldéhyde moins H^2O.

$$\underbrace{3C^2H^4O}_{\text{Aldéhyde.}} - H^2O = C^6H^{10}O^2.$$

C'est un liquide assez mobile, incolore, plus léger que l'eau, d'une odeur rappelant celle de certaines menthes sauvages. Il paraît se décomposer par des distillations prolongées avec formation d'eau et de produits supérieurs de condensation; il se combine aux bisulfites alcalins avec production de chaleur, en donnant naissance à une combinaison cristallisée. La formule de constitution probable de ce corps doit être :

$$\begin{array}{l} H^2C - COH \\ H\,\dot{C} - CH^3 \\ H^2\dot{C} - COH \end{array}$$

Il devrait donner par hydrogénation une aldéhyde alcool et un glycol. Il ne diffère de la benzine que par $2H^2O$ en plus, et pourrait fournir ce carbure ou un isomère par déshydratation. Je poursuis l'étude de ce composé.

Aldéhyde valérique. — Traitée, comme l'aldéhyde précédente, par le zinc métallique en vase clos à 180°, quoique la réaction marche déjà à 150°, elle donne plusieurs produits condensés avec élimination d'eau et notamment le composé $C^{10}H^{18}O$, que l'on sépare par des distillations fractionnées. C'est le produit que nous avons déjà obtenu par l'action de la chaleur seule sur cette aldéhyde maintenue en tube scellé à 220-230°. Ce corps, préparé par l'une ou l'autre de ces méthodes, est un liquide incolore, doué d'une odeur douce, laissant

un arrière-goût sucré, bouillant vers 190°. Sa densité à zéro = 0,944. Il représente deux molécules de valéraldéhyde moins H^2O.

$$\underbrace{2C^5H^{10}O}_{\text{Valéraldéhyde.}} - H^2O = C^{10}H^{18}O.$$

	Expérience.		Calcul.
	I	II	
Carbone.....	76,8	76,9	77,9
Hydrogène.....	11,9	12,1	12,7

La purification de cette substance est pénible, et son oxydabilité très grande, ce qui explique la différence de 1 pour 100 entre le carbone théorique et expérimental. Je n'hésite pas, néanmoins, à publier ces résultats, bien convaincu qu'ils ne suprendront pas les chimistes qui s'occupent de la question si difficile des aldéhydes condensées.

Ce composé étant susceptible de polymérisation, on ne peut songer à prendre sa densité de vapeur dans les conditions ordinaires. Nous avons tenté néanmoins deux déterminations à la température de 227° par la méthode de M. Dumas, en faisant un vide de 120 millimètres et n'employant que très peu de liquide, pour éviter l'accumulation des parties moins volatiles dans le ballon. Ces deux déterminations concordantes ont donné pour la densité de vapeur le chiffre 5,9 au lieu de 5,3, exigé par la théorie.

Aldéhyde benzoïque. — L'essence d'amandes amères pure, exempte d'acide benzoïque, est également attaquée par le zinc en vase clos à la température de 250-260°. Il se forme un dépôt abondant d'oxyde de zinc; une partie de ce corps entre en combinaison et donne naissance à un produit que l'on peut séparer par cristallisation. Quant à l'hydrogène, il ne se dégage pas et reste fixé sur les substances engendrées dans cette réaction.

Acétone. — L'acétone n'est pas attaquée par le zinc en vase clos; il ne se forme pas trace d'oxyde de zinc, même par l'action d'une température de 290° longtemps soutenue, ce qui la différentie des aldéhydes proprement dites sus-mentionnées.

On le voit, les aldéhydes proprement dites sont attaquées par le sodium à la température et à la pression ordinaires, et par le zinc en vase clos à une température supérieure de 80 à 100° à leur point d'ébullition, avec dégagement d'hydrogène et formation de produits condensés. Ce dernier métal est complètement transformé en oxyde de zinc. Pour l'aldéhyde benzoïque, l'hydrogène se fixe sur les produits en formation.

Les substances obtenues dans ces réactions et celles du même ordre qui ont été formées ou le seront par d'autres moyens ne peuvent être dénommées qu'à l'aide d'une longue périphrase. Je proposerai donc de désigner cette nouvelle classe de corps, c'est-à-dire les aldéhydes condensées avec élimination d'une molécule d'eau sous le nom générique d'*aldanes,* qui ne préjuge rien sur leur constitution intime et rappelle leur origine et leur mode de formation, l'un et l'autre incontestables. La désinence de ce mot n'est pas nouvelle; elle a été employée de tout temps pour désigner des corps formés avec élimination d'eau. On ferait précéder le mot *aldane* des préfixes *bi, tri,* etc., qui indiqueraient le nombre de molécules d'aldéhyde entrant dans la formation du produit condensé.

On aurait dès lors, en appliquant cette nomenclature aux termes déjà isolés :

Pour l'aldéhyde acétique : le produit bi-condensé avec élimination d'une molécule d'eau ou *bi-acétaldane;* le produit tri-condensé avec élimination d'une molécule d'eau ou *tri-acétaldane;* le produit tétra-condensé avec élimination d'une molécule d'eau (anhydride de l'aldol de M. Würtz) ou *tétracétaldane.*

Pour l'aldéhyde valérique : le produit bi-condensé avec élimination d'une molécule d'eau ou *bi-valéraldane.*

Enfin, on pourrait faire rentrer dans cette nomenclature les corps correspondants obtenus avec l'aldéhyde de l'alcool isopropylique ou acétone; la dumasine et peut-être l'oxyde de mésytile seraient la *bi-isopropaldane.*

M. LIÈS-BODART.

Inspecteur d'Académie.

Sur l'Oxydation des matériaux albuminoïdes du sang.

(Extrait.)

(Séance du 11 Septembre 1872.)

M. Liès-Bodard a appliqué les propriétés comburantes de l'ozone à l'oxydation à froid de plusieurs matières organiques. La chlorophylle est décolorée, après avoir passé par toutes les teintes des feuilles mortes.

M. Liès-Bodard a soumis l'albumine à l'action de l'ozone, dans le but de s'assurer s'il y avait ou non production d'urée, substance dont on attribue la formation, dans l'économie animale, à la production des matières protéiques; il n'a pu obtenir ainsi aucune trace d'urée; l'albumine conservait la propriété d'être coagulable par la chaleur. Après

avoir constaté ce fait important, M. Liès-Bodard a opéré le blanchiment de l'albumine de sang employée dans l'industrie, et a pu lui communiquer l'aspect et les qualités qui faisaient préférer l'albumine des œufs pour les opérations de la teinture en couleurs claires. M. Liès-Bodard préconise l'emploi de l'ozone comme désinfectant, et spécialement pour combattre la pourriture d'hôpital.

M. Armand GAUTIER,

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

Sur quelques combinaisons où le phosphore paraît exister dans un état particulier analogue au phosphore amorphe.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

On connaît au moins deux états allotropiques du phosphore : le phosphore ordinaire soluble et cristallisable dans divers dissolvants, le phosphore rouge amorphe et insoluble. Ces deux corps diffèrent entre eux non seulement par l'aspect, mais aussi par leurs propriétés physiques les plus intimes; il est donc permis de se demander si l'une et l'autre de ces substances sont susceptibles de former des combinaisons spéciales où se trouvent conservés quelques-uns des caractères spéciaux, tels que la chaleur spécifique, la chaleur latente de volatilisation ou de transformation..... propres à chacune des deux espèces de phosphore. La série de combinaisons que je me propose de faire connaître à l'Association, paraît devoir faire définitivement trancher cette question par l'affirmative. Insolubles, amorphes, de couleur jaune ou orangée, laissant distiller du phosphore ordinaire quand on les chauffe, les composés qui font le sujet de cette communication sont si semblables au phosphore amorphe, que ceux d'entre eux qui avaient été entrevus auparavant, ont été pris pour ce corps lui-même. Bien mieux, plusieurs des réactions qui leur donnent naissance, telles que celle du chlorure de phosphore sur l'acide phosphoreux, si on les pousse à leur limite extrême, produisent du phosphore amorphe comme produit définitif. Ces considérations préliminaires indiquent la raison d'être et expliquent le titre de ce travail; elles deviendront plus évidentes après l'étude spéciale de ces divers composés.

I. — *Action du chlorure de phosphore sur l'acide phosphoreux.*

Quand on fait agir, sur de l'acide phosphoreux cristallisé, cinq à six parties de protochlorure de phosphore à la température d'ébullition

de ce dernier, on voit bientôt se former au fond de ces deux liquides une substance jaune, dont la quantité augmente lentement. Au bout de quelques jours, on chasse l'excès de protochlorure; on place le résidu dans de la glace, et on ajoute goutte à goutte de l'eau froide. On obtient ainsi une solution très acide renfermant, outre de l'acide chlorhydrique et phosphoreux, de l'acide pyrophosphorique. Il reste à l'état insoluble une poudre jaune que l'on recueille sur un filtre, qu'on lave à l'eau bouillie et qu'on sèche dans le vide.

Cette substance, plusieurs fois analysée, donne, quand on a suivi les précautions indiquées, des nombres qui conduisent à la formule P^4HO (1). L'équation suivante indique la réaction qui lui donne naissance :

$$27PH^3O^3 + 11PCl^3 = 4P^4HO + 11\,P^2H^4O^7 + 33HCl.$$

Acide phosphoreux. — Protochlorure de phosphore. — Corps jaune. — Acide pyrophosphorique. — Acide chlorhydrique.

Si, au lieu de chauffer le mélange de protochlorure et d'acide phosphoreux à 79°, on le chauffe vers 160°, on obtient alors la réaction limite; il se produit un corps rouge qui n'est autre que du phosphore amorphe. On remarquera, en effet, la relation très simple :

$$3P^4HO + 3PH^3O^3 + PCl^3 = 3PH^3O^4 + 3HCl + P^{13}.$$

Le composé P^4HO est extrêmement stable. On peut le porter à 270° dans un courant d'acide carbonique ou d'hydrogène, sans qu'il perde sensiblement de son poids. A cette température, il laisse dégager un peu d'hydrogène phosphoré et de phosphore. Mais ce n'est qu'à 350° ou 360° que le phosphore ordinaire commence à distiller abondamment, en même temps qu'il reste un résidu oxygéné qui attaque et perce le verre.

Ce corps, quand il est sec, est inaltérable à l'air; à 100°, il s'oxyde lentement; humide, il s'oxyde et s'acidifie doucement, en émettant une odeur alliacée. Chauffé au fond d'un tube, il s'y enflamme, en donnant une lueur livide. Il détone avec le chlorate de potasse, et brûle sans bruit quand on le choque ou le chauffe avec l'oxyde de cuivre. Ce composé est insoluble dans l'éther, l'alcool, le sulfure et les chlorures de carbone, le protochlorure de phosphore, l'essence de térébenthine, la benzine, le chloroforme, la glycérine, le protochlorure d'antimoine, l'acide acétique, l'acide phosphoreux. Le phosphore fondu et chaud paraît le dissoudre un

(1) M. Kraut et M. A. Geuther (*J. f. prakt. Chem.*, nouv. sér., t. IV, p. 140) ont avancé que cette substance était du phosphore amorphe. C'est une erreur sans doute produite par une idée préconçue, ainsi que par l'apparence, et quelques propriétés de ce corps.

peu, mais en se transformant lui-même rapidement en phosphore amorphe.

Le corps P^4HO est inattaquable par les acides étendus. Les acides riches en oxygène et concentrés l'oxydent, l'acide azotique ordinaire avec une telle violence qu'il se produit souvent des gaz incandescents. L'acide sulfurique, chauffé avec ce corps, émet de l'acide sulfureux.

Les bases, même très étendues, détruisent rapidement P^4HO, elles le brunissent d'abord, puis dégagent un mélange d'hydrogène en excès et d'hydrogène phosphoré. Le corps brun qui se forme est très instable en présence des alcalis. Est-ce du phosphore sous un état spécial, est-ce une nouvelle combinaison ? Je ne puis trancher ici cette question. Toujours est-il que la réaction finale est la suivante :

$$P^4HO + 9H^2O = \underbrace{PH^3O^2}_{\text{Corps jaune.}} + \underbrace{2PH^3O^4}_{\text{Acide hypophosphoreux.}} + \underbrace{PH^3}_{\text{Acide phosphorique.}} + 7H$$

L'eau à 179° décompose aisément P^4HO. Il se forme de l'hydrogène phosphoré PH^3 et des acides hypophosphoreux et phosphoreux. A une température un peu plus élevée il se forme de l'acide phosphorique avec une trace d'hydrogène

$$2P^4HO + 11H^2O = 5PH^3O^2 + PH^3O^3 + 2PH^3.$$

Le gaz ammoniac s'unit vivement à froid à P^4HO et forme avec lui un composé d'addition d'où la chaleur chasse peu à peu AzH^3. L'acide chlorhydrique fait reparaître P^4HO.

Il est très probable que le *sous-oxyde de phosphore,* décrit par M. Leverrier en 1837 (1) et auquel ce savant a attribué la formule P^4O qui ne diffère du composé dont je fais ici l'histoire que par un atome d'hydrogène, est identique avec ce corps. Ce sous-oxyde s'obtient en laissant quelques jours du phosphore immergé dans du protochlorure de phosphore contenu dans des ballons mal bouchés. Il se produit ainsi une combinaison cristalline soluble dans l'eau, et cette solution précipite le sous-oxyde de phosphore quand on la fait bouillir. J'ai observé les mêmes faits avec le mélange de protochlorure de phosphore et d'acide phosphoreux; et comme le composé P^4HO que je décris ici, a toutes les propriétés du sous-oxyde de M. Leverrier, je pense que celui-ci est identique au mien et qu'il dérive, non de l'oxydation lente du phosphore par l'air à travers le protochlorure, mais de l'action de ce dernier sur l'acide phosphoreux qui se forme avec lui à l'air humide.

(1) *Ann. de chim. et de phys.* [2], t. LXV, p. 257

L'existence de l'hydrogène dans le composé jaune que je viens de décrire, ne saurait être mise en doute. On peut du reste la rendre évidente par l'expérience suivante : le corps P^4HO bien séché à 200° est mêlé avec du carbonate de soude qui vient d'être calciné. On chauffe, il se dégage des gaz que l'on recueille. On obtient ainsi à l'état d'hydrogène phosphoré les $\frac{4}{5}$ de l'hydrogène qu'indique la formule P^4HO. Il se fait en même temps du phosphore libre et de l'oxyde de carbone. L'équation suivante indique cette réaction :

$$3P^4HO + 3CO^3Na^2 = 2PO^4Na^2 + PH^3 + CO^2 + 2CO + 9P.$$

Le corps que je viens de décrire n'est pas mêlé de phosphore amorphe quand on a opéré comme je l'ai dit : cela résulte de la constance de mes analyses, et de ce fait que la soude même très diluée le dissout peu à peu et entièrement à froid, tandis qu'elle est sans action sur le phosphore rouge.

II. — *Corps qui résultent de l'action de l'eau sur le biiodure de phosphore.*

Le nouveau composé appartenant à cette série singulière de combinaisons phosphorées que j'ai à décrire maintenant, est tout à fait l'analogue du précédent par ses propriétés physiques et chimiques. Il en diffère par PH^2 ; il répond donc à la formule P^5H^3O.

On a remarqué depuis longtemps que lorsqu'on traite le biiodure de phosphore par l'eau, il se fait un précipité jaune serin, riche en phosphore, qu'on avait successivement pris pour du sous-oxyde de phosphore, du phosphore amorphe, de l'hydrogène phosphoré solide P^2H. Ce corps n'est pas un produit nécessaire de la réaction. Dans certains cas elle se passe simplement comme l'indique l'équation.

$$\underbrace{2PI^2}_{\text{Biiodure de phosphore.}} + 5H^2O = \underbrace{PH^3O^3}_{\text{Acide phosphoreux.}} + \underbrace{PH^3O^2}_{\text{Acide hypophosphoreux.}} + 4HI.$$

Mais quand on jette peu à peu du biiodure de phosphore dans un grand excès d'eau chaude, il se fait d'abord une solution citrine, puis le liquide laisse précipiter d'abondants flocons de couleur jaune franc. Ce corps, lavé, séché dans le vide, puis à 100° dans l'acide carbonique, a donné à l'analyse des nombres qui correspondent à la formule P^5H^3O.

La liqueur d'où cette matière jaune s'est déposée est un mélange d'acides iodhydrique, phosphorique, phosphoreux et hypophospho-

reux. L'équation qui explique la formation de ce nouveau composé est donc la suivante :

$$12PI^2 + 24H^2O = P^5H^3O + 3PH^3O^4 + 3PH^3O^3 + PH^3O^2 + 24HI.$$

100 grammes de biiodure de phosphore donnent en général 1^{gr}5 du corps P^5H^3O au lieu de 5 grammes qui devraient théoriquement se produire. Ce faible rendement s'explique par une réaction secondaire indiquée par le dégagement de gaz hydrogène phosphoré, et que l'on peut reproduire directement en faisant agir l'eau à 170° sur le composé P^5H^3O. Dans ces conditions, ce corps disparaît, il se dégage de l'hydrogène phosphoré, et il se fait un mélange d'acides phosphoreux et hypophosphoreux suivant l'équation :

$$P^5H^3O + 6H^2O = 2PH^3 + PH^3O^3 + 2PH^3O^4.$$

Le dégagement d'hydrogène phosphoré, quand on traite le biiodure de phosphore par l'eau bouillante, indique qu'au moment où il prend naissance, le corps P^5H^3O subit partiellement la décomposition dont nous venons de parler.

Le composé P^5H^3O est amorphe ou n'offre au microscope que des rudiments de cristallisation. Sa couleur est le jaune pur, il est inodore, sans saveur, insoluble dans tous les dissolvants usuels.

Humide, il s'oxyde lentement à l'air; sec, il ne s'altère pas et ne s'oxyde même à 100° qu'avec une grande lenteur. Avec l'acide nitrique ordinaire, surtout un peu chaud, il s'oxyde avec une telle rapidité que les gaz dégagés deviennent incandescents et produisent souvent des explosions dangereuses. L'acide sulfurique chauffé avec lui donne de l'acide sulfureux et des acides du phosphore. Mêlé de chlorate de potasse, il détonne par le choc; chauffé ou frappé avec l'oxyde de cuivre, il s'enflamme sans bruit.

Chauffé dans un courant d'acide carbonique sec, le corps P^5H^3O commence à perdre de son poids vers 135°, il émet alors de l'hydrogène phosphoré PH^3; si on continue à le chauffer, il donne une quantité de ce gaz de moins en moins grande, jusqu'à 275° environ, température à laquelle il ne perd plus sensiblement de son poids; ce n'est que vers 360° que du phosphore ordinaire commence à distiller abondamment.

Le corps qui s'est ainsi produit à 275° est jaune orangé, il ressemble d'ailleurs beaucoup, au point de vue physique et chimique, au composé P^5H^3O, d'où il provient par perte de PH^3, mais il con-

tient encore de l'hydrogène combiné, comme l'indiquent les analyses suivantes :

	I	II
P	89,01	88,50
H	0,68	0,73
O	10,31	10,77

La formule $P^{13}H^3O^3$ correspond aux chiffres P = 88,78 ; H = 0,66 ; O = 10,56. Si, sans se préoccuper d'une composition aussi inattendue, on admet l'existence du composé $P^{13}H^3O^3$, l'équation suivante indique la réaction qui lui donne naissance :

$$3P^5H^3O = 2PH^3 + P^{13}H^3O^3.$$

Le composé $P^{13}H^3O^3$ est-il une espèce chimique définie ou bien n'est-il qu'un mélange d'un atome de phosphore amorphe et de trois molécules du corps P^4HO que j'ai décrit ci-dessus? Je penche pour la première de ces deux hypothèses, mais je crois, avant d'affirmer, devoir continuer l'étude de ce corps, ainsi que celle du composé définitif qui se forme quand on chauffe longtemps à 350° ces diverses combinaisons jusqu'à leur enlever tout le phosphore qui, à cette température, est susceptible de se transformer en phosphore ordinaire.

Les acides étendus d'eau n'altèrent pas le composé P^5H^3O.

Il en est tout autrement des alcalis, même très dilués. Ils brunissent immédiatement ce corps et donnent lentement de l'hydrogène phosphoré, mêlé de trois à quatre fois son volume d'hydrogène en même temps qu'il se forme des acides phosphorique et hypophosphoreux. Cette réaction exprimée par l'équation suivante :

$$P^5H^3O + 5KHO + 4H^2O = PH^3 + 3H^2 + 3PH^2KO^2 + PHK^2O^4.$$

La disparition complète à froid du corps P^5H^3O dans la potasse très diluée prouve qu'il n'est pas mêlé à du phosphore amorphe inattaquable dans ces conditions.

Le gaz ammoniac s'unit vivement à froid au corps P^5H^3O et donne avec lui un composé brun. 100 parties du corps phosphoré absorbent ainsi 37,8 de gaz ammoniac combiné d'une manière très instable, car on reproduit le corps primitif en jetant cette poudre brune dans l'acide chlorhydrique dilué. Mais si l'on chasse par un courant d'air sec à 35° l'excès d'ammoniaque faiblement combiné, il reste une combinaison répondant approximativement à la formule $P^5H^3O,2AzH^3$ qui, elle-même, se détruit à une température plus élevée, mais sans reproduire le premier composé.

Les propriétés générales du corps P^5H^3O, son insolubilité, le

dégagement d'hydrogène phosphoré et de phosphore libre quand on le chauffe, la manière dont se comportent avec lui les alcalis, en un mot, ses caractères physiques extérieurs et ses réactions les plus frappantes lui sont communes avec l'hydrogène phosphoré solide P^2H de M. Paul Thénard. Aussi, un chimiste étranger, M. Rüdorff, se bornant sans doute à ces apparences, a-t-il cru pouvoir avancer que le composé insoluble, dû à l'action de l'eau sur le biiodure de phosphore, n'était autre que l'hydrure P^2H (1). Il n'en est rien; le composé P^5H^3O donne à l'analyse 89,3 à 90 pour 100 de phosphore, P^2H en contient 98,41; P^5H^3O laisse, quand on le chauffe, un résidu oxygéné; enfin, il ne fait pas explosion avec l'oxyde de cuivre, tandis que, dans ces conditions, l'hydrure de phosphore solide détonne violemment.

III. — *Corps résultant de l'action du phosphore sur l'iodoforme.*

Lorsque, à une solution de phosphore dans le sulfure de carbone, ou dans la benzine, on mêle une solution d'iodoforme dans les mêmes dissolvants, on obtient aussitôt, à la lumière, un précipité rouge brique qui devient de jour en jour plus abondant et envahit la masse entière. La substance qui se forme ainsi, peut être séparée par le filtre et lavée à la benzine ou à l'éther sec, qui enlève l'excès de phosphore ou d'iodoforme. On la sèche ensuite dans le vide. Cette matière rouge contient une substance carbonée et du biiodure de phosphore mêlés ou faiblement combinés, car, si on la chauffe vers 230° dans l'acide carbonique, ce dernier corps se volatilise.

Si on met cette poudre amorphe en suspension dans l'eau et qu'on porte celle-ci à l'ébullition, on obtient une poudre d'un beau jaune vif, exempte d'iode, qui, analysée, répond approximativement à la formule $P^5H^3O^2$ (2).

On retrouve dans la liqueur où s'est formée ce corps de l'acide phosphoreux, hypophosphoreux et iodhydrique, tous produits de décomposition de PI^2. On peut donc dire que c'est cette partie du corps amorphe rouge brique qui se décompose dans ces conditions, d'après l'équation suivante :

$$\underbrace{12PI^2}_{\text{Biiodure de phosphore.}} + 24H^2O = \underbrace{P^5H^3O^2}_{\text{Corps phosphoré jaune.}} + \underbrace{3PH^3O^4}_{\text{Acide phosphorique.}} + \underbrace{2PH^3O^3}_{\text{Acide phosphoreux.}} + \underbrace{2PH^3O^2}_{\text{Acide hypophosphoreux.}}.$$

(1) *Zeitschrift f. Chem* [2], t. II, p. 637.

(2) Nos dosages d'hydrogène ne sont pas encore suffisamment concordants, pour que nous puissions affirmer que telle est, en toute certitude, la formule de ce corps.

Le composé jaune ainsi formé est tout à fait l'analogue, par ses propriétés, des corps précédemment décrits. Nous serons donc très brefs à son sujet. Il est amorphe, jaune serin, inaltérable à l'air. Nous ne lui connaissons aucun dissolvant. Ce corps s'oxyde par l'acide nitrique; il ne s'enflamme à l'air que vers 250°. Il peut être porté à 230°, sans rien perdre de son poids. Vers 250°, il dégage de l'hydrogène phosphoré PH^3 pur et une trace de phosphore. Vers 275 à 285°, ce dégagement s'arrête. Le corps est devenu alors rouge orangé. Plus haut, il laisse distiller abondamment du phosphore.

L'eau chauffée avec lui, en tubes scellés vers 180°, le décompose suivant l'équation :

$$\underbrace{P^5H^3O^2}_{\text{Corps jaune.}} + 6H^2O = \underbrace{PH^3}_{\substack{\text{Hydrure}\\\text{de phosphore.}}} + \underbrace{4PH^3O^2}_{\substack{\text{Acide}\\\text{hypophosphoreux.}}}.$$

Les acides dilués sont sans action sur lui.

La potasse très étendue brunit, puis dissout peu à peu le corps $P^5H^3O^2$. Il se forme ainsi de l'hypophosphite et du phosphate de potasse, et il se dégage de l'hydrogène phosphoré et de l'hydrogène (rapport des vol. :: 1 : 8). Par un excès de potasse, on n'obtient que du phosphate de potasse suivant l'équation :

$$P^5H^3O^2 + 12KHO + 2H^2O = 4PK^3O^4 + PH^3 + 8H^2.$$

Le gaz ammoniac sec s'unit faiblement à froid au corps $P^5H^3O^2$ avec dégagement de chaleur.

IV. — *Conclusions.*

Lorsque le phosphore ordinaire passe à l'état de phosphore rouge, cette transformation dégage 911 calories pour chaque gramme de phosphore amorphe produit. Il y a là un phénomène entièrement comparable à celui d'une combinaison chimique; le phosphore en passant à l'état amorphe est devenu un nouveau radical susceptible, dans certaines conditions, de former des combinaisons nouvelles que le phosphore ordinaire ne saurait produire sans passer préalablement au même état.

Les combinaisons que je viens de décrire me paraissent être de celles que l'on doit rapporter à l'état polymérique rouge du phosphore; j'en donnerai pour preuves :

1° La richesse de ces composés en phosphore, richesse qui semble suffisante à indiquer déjà que les divers atomes de phosphore, ne pouvant être saturés par les autres éléments auxquels ils sont unis, doivent se saturer eux-mêmes, se souder pour ainsi dire en un ou

plusieurs groupes, comme cela a lieu dans le molécule du phosphore amorphe lui-même, et exister ainsi dans ces combinaisons dans un état polymérique ou allotropique.

2° La facilité avec laquelle le phosphore peut être enlevé à ces corps par la seule action de la chaleur, et transformé en phosphore ordinaire dans des conditions presque identiques à celles où le phosphore amorphe lui-même subit le même changement.

3° Les réactions qui donnent naissance à cette nouvelle série de composés. Quelques-unes de ces réactions se produisent sous l'influence des corps riches en iode, et capables de céder aisément ce métalloïde, ce sont les conditions même dans lesquelles Brodie a découvert que le phosphore ordinaire tendait à se convertir en phosphore rouge. Les autres réactions qui produisent ces composés quand on les pousse à l'extrême, donnent le phosphore rouge lui-même comme terme limite et définitif.

4° L'analogie de propriétés physiques et même chimiques de ces corps avec le phosphore rouge. Ils sont, en effet, tous jaunes, orangés ou rouges, tous amorphes, tous insolubles, tous presque inoxydables même à 100°, tous résistent comme lui aux acides, tous donnent comme lui des réactions presque identiques avec les alcalis et avec l'eau elle-même.

On se rappellera, en effet, que ces divers corps, chauffés avec l'eau à 170°, donnent de l'hydrogène phosphoré et un mélange des acides du phosphore ordinaire. C'est ainsi que l'on a :

$$\underbrace{P^5H^3O}_{\substack{\text{Corps résultant de la décomposition de } PI^3 \text{ par l'eau.}}} + 6H^2O = \underbrace{2PH^3}_{\substack{\text{Hydrogène phosphoré.}}} + \underbrace{PH^3O^3}_{\substack{\text{Acide phosphoreux.}}} + \underbrace{2PH^3O^2}_{\substack{\text{Acide hypophosphoreux.}}}.$$

Je me suis assuré qu'une réaction tout à fait analogue se produit avec le phosphore amorphe lui-même. Chauffé avec l'eau à 170°, il donne de même de l'hydrogène phosphoré et un mélange d'acides phosphoreux et hypophosphoreux :

$$6P + 9H^2O = 2PH^3 + PH^3O^3 + 3PH^3O^2 \text{ (1)}.$$

On voit combien il est vrai de dire que le phosphore se conduit dans le corps P^5H^3O et ses analogues, comme s'il était à l'état de phosphore rouge.

Il me semble donc être en droit de conclure que les corps qui

(1) Il se fait quelquefois dans cette réaction, si on chauffe davantage, une trace d'hydrogène et d'acide phosphorique, provenant de la décomposition d'un peu d'acide hypophosphoreux.

font le sujet de cette communication appartiennent au phosphore allotropique (1) et démontrent que le phosphore rouge peut conserver dans ses combinaisons quelques-uns de ses caractères physiques et son groupement moléculaire spécifique.

Existe-t-il d'autres corps phosphorés que l'on puisse rapporter à cette formule des combinaisons du phosphore amorphe?

Le corps solide jaune auquel M. P. Thénard attribue la formule P^2H, a toutes les propriétés générales des composés que nous venons d'étudier. Comme eux il est amorphe et donne comme eux, quand on le chauffe, de l'hydrogène phosphoré gazeux et du phosphore ordinaire. Sa véritable formule est un multiple de P^2H.

On sait que Berzelius a découvert pour les deux sulfures de phosphore P^4S et P^2S deux états allotropiques, l'un liquide, l'autre solide. Les sulfures solides sont de couleur rouge, inaltérables à l'air, ils se transforment dans la modification liquide par volatilisation sans subir de liquéfaction, simplement quand on les chauffe, dans les conditions mêmes dans lesquelles le phosphore amorphe se transforme en phosphore ordinaire. Les modifications rouges des sulfures de phosphore me paraissent donc appartenir au phosphore polymérisé.

M. G. Lemoine (2) a découvert en 1866 un nouveau sulfure de phosphore auquel il donne le nom de *sesquisulfure* et qui a pour formule P^4S^3. Ce corps n'a pu être produit jusqu'ici qu'*avec le phosphore amorphe,* il fond en une masse rouge, il est inaltérable à l'air et ne s'enflamme qu'à 100°. C'est à propos de ce sulfure spécial que M. Lemoine a soulevé cette question théorique importante : existe-t-il des combinaisons spéciales au phosphore amorphe?

D'ailleurs, en 1857 déjà, M. Berthelot, dans ses *Recherches sur le soufre* (3), s'était demandé si les divers états que présente le soufre libre sont liés au rôle que ce métalloïde joue dans ses diverses combinaisons, et il était arrivé par ses expériences à résoudre affirmativement cette question et à l'étendre théoriquement aux divers états du sélénium, du phosphore et du carbone. Quel que soit le parti auquel chacun s'arrête, je pense que de tels travaux posent et résolvent partiellement une question des plus délicates de

(1) Rien ne prouve, toutefois, que le phosphore amorphe qui entre dans ces combinaisons soit toujours constitué par le même groupement atomique, et qu'il soit identique au phosphore rouge que nous connaissons. Il est très probable qu'il existe différents groupements moléculaires qui constituent tous des phosphores différents de celui que nous appelons *ordinaire*. Les expériences de Hittorf (*Bull. Soc. chim.*, t. V, p. 426) paraissent démontrer que le phosphore rouge peut exister sous divers états moléculaires.

(2) *Compt.-Rend. de l'Acad. Sc.*, t. LVIII, p. 890.

(3) *Ann. ch. ph.* [3], t. XLIX, p. 430.

chimie : quel est l'état des divers corps simples dans leurs combinaisons? Et je crois qu'il est peu de recherches qui puissent, aidées surtout de l'étude exacte des phénomènes physiques corrélatifs, nous faire plus profondément pénétrer dans la connaissance de la nature intime des corps et de leur structure moléculaire.

M. PRAT,

Chimiste.

Aperçu du travail chimique fait dans mon laboratoire pour l'organisation de l'atelier de fulminate de la Capsulerie de Bordeaux.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

Le 21 septembre 1870, je fus appelé par M. Linder, agissant comme délégué du Comité de défense de la Gironde, à étudier diverses questions sur les fulminates et fulminants, en général, en vue de la création d'une Capsulerie à Bordeaux.

De tous les fulminants jusqu'alors proposés, aucun ne présentait autant de certitude dans l'effet que le fulminate de mercure.

Mais diverses considérations s'opposaient à l'adoption de ce fulminate. D'abord, il eût été très difficile, à cette époque, de se procurer du mercure en quantité suffisante pour pouvoir opérer largement; d'autre part, les appareils nécessaires à la préparation du fulminate manquaient et ne pouvaient, à Bordeaux surtout, être improvisés; on ne pouvait non plus songer à se procurer les modèles de l'outillage de précision indispensable, soit à la distribution, soit à la compression du fulminate dans les alvéoles; enfin, la manipulation de ce corps explosif et brisant, toujours très délicate et qu'aurait rendue beaucoup plus dangereuse l'insuffisance du matériel, eût nécessité l'installation de la fabrique à la campagne. Poursuivre la création d'une Capsulerie dans de telles conditions, eût été folie.

Les impérieux besoins de la guerre réclamant tout concours, je crus de mon devoir, du moment où la situation me fut connue, de consacrer exclusivement tous mes soins à rechercher le moyen de remplacer le fulminate mercuriel. Ce moyen, je l'ai heureusement trouvé, et je puis dire que le nouveau corps fulminant actuellement employé à la Capsulerie de Bordeaux, offre de très sérieux avantages sur tous les autres connus.

Au cours de mes recherches expérimentales sur le plomb et ses

composés, il y a cinq ans environ, j'observai qu'un des picrates de ce métal jouissait de la propriété de détoner seul sous le choc. Je ne pouvais trouver une meilleure occasion d'utiliser cette précieuse propriété qu'en fondant sur elle l'idée de constituer un fulminant au profit de la défense nationale.

Partant de ce fait principal que les picrates neutre et bibasique de plomb détonent seuls sous le choc, et considérant la constitution chimique de l'acide picrique, je pensai qu'en brûlant le carbone de ce dernier, je devais donner au picrate de plomb une plus grande puissance explosible.

L'expérience justifia si pleinement ces vues que, dès le lendemain, il me fut permis de répondre à l'appel du Comité de défense en lui annonçant la découverte de mon fulminant. Bientôt, poursuivant mes recherches, je me trouvai en possession d'une dizaine d'autres compositions également fulminantes.

Restait la question de rendre facilement pratique la préparation en grand du picrate de plomb le plus efficace. Cela fut organisé et réglé en quatre jours, d'une manière extrêmement simple.

Voici les conditions opératoires que je traçai aux huit pharmaciens manipulateurs de la Capsulerie :

Dans une grande marmite en fonte émaillée, renfermant de l'acide picrique, verser de l'eau chaude de 60 à 70°, en agitant. Lorsque la température est descendue vers 30°, filtrer la liqueur sur une toile de chanvre et, avant refroidissement, la traiter par l'ammoniaque, en agitant; la quantité d'ammoniaque est exactement indiquée par le papier de curcuma, lequel, lorsqu'il commence à virer au jaune orange, annonce qu'il s'est formé du bipicrate d'ammoniaque. La dissolution du sel ainsi obtenu est précipitée par de l'acétate de plomb bibasique en dissolution à 20° Baumé, jusqu'à refus. Il se comprend que si l'on voulait obtenir du picrate bibasique de plomb, on n'aurait qu'à traiter de la même façon, par de l'acétate tribasique de plomb, le bipicrate d'ammoniaque. L'équation suivante fera mieux saisir la double décomposition qui s'opère dans ce cas :

$$2[C^{12}H^{2}(AzO^{4})^{3}O],AzH^{3}HO + C^{4}H^{4}O^{4}2(PbO)$$
$$= 2[C^{12}H^{2}(AzO^{4})^{3}O,PbO] + C^{4}H^{4}O^{4}AzH^{3}HO.$$

Le précipité jaune de picrate de plomb est jeté sur des toiles pour y être égoutté le plus possible. On le soumet ensuite à la presse dans le linge même, pour lui faire abandonner la majeure partie des 75 pour 100 d'eau d'interposition qu'il retient. Retiré de la presse sous forme de tourteau, il est directement propre à la fabrication de la pâte fulminante.

Ce serait ici le lieu de décrire les propriétés générales des deux picrates de plomb en question; mais, comme il en existe cinq autres, et que je me propose d'en poursuivre l'étude au point de vue strictement chimique, je dois remettre toute description à plus tard. J'attendrai qu'il m'ait été permis d'y apporter tous les soins que réclament les analyses exactes de ces sels. Dès à présent, cependant, je signalerai deux caractères remarquables du picrate de plomb employé à la Capsulerie de Bordeaux, caractères qui s'écartent entièrement des propriétés constantes des sels de plomb :

1°. Il a la légèreté du carbonate de magnésie des pharmacies, et sa poudre, d'une ténuité extrême, se répand dans l'air de la même manière ;

2° Il n'entraîne aucun danger d'intoxication saturnine; l'expérience en fait foi. Le personnel de la Capsulerie tout entier, respirant tous les jours un air chargé de poussière fulminante, accuse un meilleur appétit que d'ordinaire.

Je crois inutile d'entrer dans de longs détails sur l'art de bien préparer la pâte fulminante. Qu'il me suffise d'indiquer que l'on fait un mélange très intime de picrate de plomb et de chlorate de potasse finement pulvérisé, en proportions chimiquement équivalentes, de telle sorte que le carbone de l'acide picrique soit exactement brûlé par l'oxygène. Le mélange pâteux est lié par de la gomme adragante, substance qui, comme on le sait, n'est pas hygrométrique.

Les équations suivantes expriment la décomposition de ma poudre et mesurent théoriquement sa puissance balistique, comparativement au fulminate de mercure et à la poudre de guerre :

1° Fulminant au picrate de plomb :

$$C^{12}H^2(AzO^4)^3O,PbO + 2(ClO^6K) = \begin{matrix}12(CO)\\+ O^{12}\end{matrix} = \underbrace{12(CO^2)}_{24\text{ vol.}} + \underbrace{Az^3}_{6\text{ vol.}} + \underbrace{\overset{\text{Dissociés}}{H^2O^2}}_{6\text{ vol.}} + \underbrace{Pb}_{\text{vap.}} + \underbrace{2(ClK)}_{\text{vap.}}$$

2° Fulminate de mercure ou poudre d'Howard :

$$Cy^2O^22(HgO) = \underbrace{4(CO)}_{6\text{ vol.}} + \underbrace{Az^2}_{4\text{ vol.}} + \underbrace{Hg^2}_{\text{vap.}}$$

3° Poudre de guerre :

$$AzO^6K + C^3 + S = \underbrace{3(CO^2)}_{6\text{ vol.}} + \underbrace{Az}_{2\text{ vol.}} + KS$$

Ainsi, un équivalent de poudre de guerre produit en brûlant

8 volumes de gaz qui représentent la force de son ressort balistique. Un de fulminate de mercure produit, en se décomposant, 10 volumes. Un équivalent de ma poudre produit 36 volumes (1).

La poudre de guerre, prise à poids égal à un équivalent de ma poudre, produit 33 volumes, tandis que le fulminate de mercure n'en produit que 23.

Suivant une théorie beaucoup plus rationnelle de la décomposition de la poudre de guerre, dans laquelle figurent deux produits de formation inévitable, à savoir le sulfate et le carbonate de potasse, ma poudre doit produire, à poids égal, environ 16 volumes de gaz de plus que la poudre de guerre.

Les gaz produits par la poudre de guerre et par la mienne sont les mêmes, mais non dans le même rapport.

Les propriétés brisantes du fulminate de mercure dépendent de ce que les gaz produits sont permanents. Il serait facile de rendre ma poudre très brisante, en diminuant la quantité d'oxygène en présence pour ne former que de l'oxyde de carbone. L'artillerie pourra tirer parti de ce fait important.

Le fulminant au picrate de plomb employé dans les capsules Chassepot et Remington, peut être considéré comme tenant le juste milieu entre la poudre de guerre et le fulminate de mercure. En effet, comme la poudre, il fuse et produit flamme longue, et, comme le fulminate, il peut détoner, mais avec moins d'instantanéité, ce qui dépend, je le répète, de l'intensité de la combustion, c'est-à-dire de la quantité de comburant par rapport à celle du combustible.

A l'état de poudre, le nouveau fulminant détone sûrement par la percussion. Très fortement comprimé dans les alvéoles de guerre, il est sensible à l'aiguille du chassepot : c'est par un effet d'impénétrabilité, qui correspond à une véritable percussion, que l'éclat se produit.

Les moyens de compression suffisante n'ayant pu être organisés en temps utile à Bordeaux, pour remédier à ce défaut de compression, j'ai rendu le fulminant sûrement sensible en incorporant, dans la pâte humide qui le constitue, un demi-centième de phosphore amorphe pur. Je dis phosphore amorphe *pur*, et j'insiste sur ce point, car, s'il arrivait que ce corps fût souillé par l'acide phosphatique, comme je l'ai constaté à mes dépens, de graves accidents se produiraient infailliblement.

On reconnaît la présence de l'acide phosphatique, au moyen de l'azotate d'argent qui le caractérise très bien ; je tiens ce procédé de

(1) J'ai imaginé un appareil qui permettra de mesurer la puissance balistique respective de toutes sortes de poudres.

mon regretté maître, M. Barbet. Au contact du fulminant au picrate, même humide, l'acide phosphatique contenu dans le phosphore détermine une explosion violente. Il agit alors sur le chlorate à la manière de l'acide phosphorique, en isolant l'acide chlorique, lequel se dédouble en oxygène et acide hypochlorique ; ce dernier, rencontrant le picrate, le fait explosionner aussitôt.

C'est ainsi que j'ai pu définir la cause du terrible accident dont j'ai failli être victime dans mon laboratoire le 20 octobre dernier,

Vous me permettrez, Messieurs, de vous donner quelques détails sur cet accident, à raison des faits intéressants qu'il révèle.

Le phosphore amorphe que j'avais employé dans mes premières expériences, je l'avais retiré de certaines pastilles vendues dans le commerce pour les frottoirs d'allumettes ; j'avais dû, par conséquent, le purifier.

Ces premières expériences faites, mon associé fut délégué par le Comité de défense pour aller à Lyon acheter l'acide picrique, ainsi que le phosphore amorphe qui nous a servi depuis et qui fut vendu par M. Coignet, fabricant.

Mes occupations m'ayant empêché de contrôler la pureté de ce dernier produit, ce que, en aucun cas, dans une autre circonstance, je n'aurais manqué de faire, le jour de commencer la fabrication de la pâte étant arrivé, je fus entraîné à employer ce phosphore de confiance.

Le mélange de chlorate et de picrate étant opéré et humecté, je venais d'y ajouter dans le mortier la proportion de phosphore nécessaire, lorsque, au premier mouvement de trituration, une formidable explosion se fit entendre. L'énorme quantité de gaz développée m'asphyxia subitement et fut assez puissante pour me lancer à près de cinq mètres du mortier vers le fond du laboratoire. Le mortier, d'une épaisseur à la base de quinze centimètres, fut brisé en éclats.

Je revins à moi après quelques secondes dans un assez triste état.

J'avais la face fortement tuméfiée, le bras droit légèrement blessé ; le bruit de la détonation m'avait fait saigner l'oreille droite. Tout le côté droit de mes habits était rôti et mis en lambeaux. Pendant deux jours, les yeux ecchymosés et extrêmement irrités, je ne pus supporter la lumière.

Toutes les personnes qui se trouvaient alors dans mon usine, ainsi que celles qui ont pu constater les dégâts matériels causés par l'explosion, qui ont vu le mortier brisé, son socle fendillé, la brèche faite dans la cloison par le pilon à deux pommes que j'avais à la main, les vases et instruments de verre et toutes les vitres du labo-

ratoires brisées, toutes ces personnes s'accordent à dire que je n'ai échappé à la mort que par une sorte de miracle.

En effet, c'en était fait de moi, et je n'aurais pas l'honneur de vous faire cette exposition, Messieurs, si, seulement, le pilon, au lieu d'être dirigé contre la cloison, avait été lancé quelques centimètres plus vers moi : j'avais la tête brisée.

Détail à noter : dans les rues avoisinant l'usine, à une distance d'une centaine de mètres dans toutes les directions, les fenêtres furent ouvertes, et celles qui l'étaient fortement heurtées.

Et, cependant, sur 300 grammes de pâte humide qui se trouvaient dans le mortier, une cinquantaine de grammes seulement ont fait explosion !

Tels sont, indiqués à grands traits, les causes et les effets de cette première explosion, laquelle m'a permis, soldat à ma manière, de recevoir le baptême du feu.

Vous voudrez bien, Messieurs, me pardonner cette digression qui peut n'être pas tout à fait inutile. Je souhaite que ceci mette en garde les expérimentateurs trop portés à accepter de confiance, et sans s'assurer de leur état de pureté, les produits d'un maniement dangereux qui leur sont livrés par le commerce.

L'incorporation du phosphore amorphe dans la pâte fulminante, bien que n'ayant donné lieu à aucun accident pendant trois mois (1), présentait néanmoins quelques inconvénients dans la manipulation.

J'ai, sur ce point, amélioré mon système. Depuis la fin de janvier, le phosphore rouge très divisé est mis en suspension dans le vernis destiné à fixer le fulminant dans son alvéole et à préserver les capsules de l'humidité.

Ce vernis est composé comme suit :

Alcool à 95°	10 litres.
Gomme copal tendre d'Amérique	750 grammes.
Gomme laque brune	1,000 —
Phosphore amorphe pur et très divisé	25 —

(1) Il est vrai qu'un autre accident s'est produit le 6 novembre, qui a eu des conséquences déplorables; mais ce dernier accident a été causé par l'imprudence d'une ouvrière. Cette ouvrière fut tuée sur le coup, broyée; un de mes bons amis, M. Carré, que je m'étais adjoint pour la surveillance des ateliers, fut grièvement blessé, en cherchant à prévenir l'explosion. J'ai déjà remarqué que le nouveau picrate était d'une complète innocuité. Le fait s'est vérifié à l'occasion de M. Carré : il a eu les jambes et les pieds brûlés, profondément lacérés, mitraillés. Atteint de blessures nombreuses, mais superficielles à la tête, il y a huit jours encore, il retirait d'une de ces blessures, au-dessus de l'œil droit, des fragments de capsule. Malgré la présence du fulminant dans les plaies, la guérison a suivi une marche normale, et, tout d'abord, inespérée.

Un litre de vernis suffit pour 50,000 capsules, et il ne contient que 2 grammes et demi de phosphore.

Le vernis est distribué dans les alvéoles à l'aide de pipettes très simples et qui ont rendu de véritables services, car chaque femme peut ainsi vernir 50,000 capsules par jour.

La suppression du phosphore dans la pâte fulminante est un véritable progrès en ce sens qu'elle permet de manipuler et de comprimer la pâte avec toute sécurité; d'où une plus grande rapidité dans le travail.

Le prix de 1 kilogramme de fulminant supposé sec revient à 3 fr. 80 c. à la Capsulerie de Bordeaux. 1 kilogramme de pâte suffit à la charge de 40,000 alvéoles. Comme ce chiffre pourrait paraître exagéré, je crois bon de faire remarquer que 2 centigrammes et demi de mon fulminant forment la charge d'une capsule de guerre, tandis qu'il y faut environ 8 centigrammes de matière fulminante dans laquelle entre pour moitié le fulminate de mercure.

En faisant largement la part des déchets de toute nature, on peut donc affirmer que le coût de la charge de 40,000 alvéoles pour chassepot ne dépasse pas 8 francs; soit, pour 1,000 alvéoles, 20 centimes.

Il est bien entendu que dans l'établissement de ce prix de revient ne figure que la valeur des matières employées et que les frais généraux de toute espèce, main d'œuvre, etc., n'y sont pas compris.

L'organisation de l'atelier de fulminate, à cause de la nouveauté du corps employé, offrait certaines difficultés, surtout dans notre ville.

Il m'a fallu tout créer, tant au point de vue chimique qu'au point de vue industriel : appareils de charge, de compression, étuves, tout, jusqu'aux pipettes servant à la distribution du vernis dans les capsules. Mais ce sont là des faits qui sortent du cadre que je me suis imposé et sur lesquels je n'appuierai pas, la présente note n'ayant d'autre but, Messieurs, que de vous édifier sur le côté purement scientifique de mes travaux.

Je craindrais même de fatiguer votre attention en détaillant par le menu les avantages qu'à divers titres présente le nouveau composé fulminant sur tous les autres aujourd'hui connus.

Ces avantages, je me contenterai de les indiquer en quelques mots : inaltérabilité complète; — efficacité constante; — sécurité plus grande; — hygiène parfaite; — grande réduction du prix de revient; — économie du personnel; — économie du matériel.

M. Édouard GRIMAUX,

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

Sur les hydrates des acides gras monobasiques.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

La notion de l'atomicité des éléments ou équivalence des atomes, et par suite celle de l'atomicité des radicaux ou groupes d'éléments, ont puissamment contribué aux progrès de la chimie par l'immense quantité de travaux qu'elles ont suscités. Mais, comme toutes les théories qui, successivement, ont obtenu la faveur des chimistes, la théorie de l'atomicité laisse encore un grand nombre de faits inexpliqués; aussi, en attendant qu'elle fasse place à une théorie plus large qui, tout en la comprenant, l'étende et la complète, il est utile de diminuer le nombre des faits qui ne paraissent pas aujourd'hui cadrer avec elle, de telle sorte qu'avant de disparaître, ou plus exactement, avant de se transformer et de s'élargir, elle ait produit tout ce qu'elle renfermait déjà dans son sein.

Parmi les phénomènes que l'atomicité laisse en dehors de ses conceptions, il faut placer en première ligne la formation des corps renfermant de l'eau, dite de cristallisation. Afin de distinguer des combinaisons atomiques proprement dites, celles où l'on rencontre l'existence de l'eau dans une molécule, sans que nous puissions en expliquer la raison d'être par l'atomicité des éléments, on a désigné ces derniers sous le nom de *combinaisons moléculaires*. Mot heureux, parce qu'il permettait de classer des combinaisons placées en dehors de l'atomicité, mais qu'il faut regarder comme une simple étiquette, et non comme une explication pouvant satisfaire l'esprit.

Une fois qu'on eut établi cette catégorie de combinaisons moléculaires, on y rangea une foule de composés qui ne paraissaient pas pouvoir s'accorder avec le principe de l'atomicité des éléments. Il en est cependant qu'on a rangés à tort dans les combinaisons moléculaires, et qui doivent être considérés comme de véritables combinaisons atomiques, ainsi qu'on peut s'en assurer par un examen plus attentif, tels sont : l'acide acétobutyrique, le biacétate de potassium de Melsens, les benzoates acides, etc. C'est ce qui me semble devoir ressortir des considérations suivantes sur la nature des hydrates des acides gras monobasiques.

On sait que la fonction *alcool* est caractérisée par l'union d'un groupe hydrocarboné à un ou plusieurs groupes OH, groupement désigné sous le nom d'*oxhydrile* et qui fonctionne comme monoatomique, car c'est un résidu de l'eau, H^2O, à laquelle est enlevé un atome d'hydrogène.

Les alcools sont dits : monoatomiques, lorsqu'au groupe hydrocarboné est fixé un seul oxhydrile; diatomiques, lorsqu'il en existe deux; triatomiques, lorsqu'il existe trois de ces groupe oxhydriles,

C^2H^5,OH	$C^2H^4\begin{cases}OH\\OH\end{cases}$	$C^3H^5\begin{cases}CH\\OH\\OH\end{cases}$
Alcool.	Glycol.	Glycérine.

Si nous considérons les deux alcools polyatomiques, *glycol* et *glycérine*, et si nous développons leur formules de structure d'après la notion de l'atomicité, nous constatons que chaque groupe oxhydrile est fixé à un atome de carbone différent. Ainsi :

$\begin{matrix}CH^2,OH\\CH^2,OH\end{matrix}$	$\begin{matrix}CH^2,OH\\CH,OH\\CH^2,OH\end{matrix}$
Glycol.	Glycérine.

Peut-il de même exister des alcools polyatomiques dans lesquels les groupes OH seraient fixés à un même atome de carbone? Par exemple, aura-t-on un glycol, isomère du glycol éthylénique, et de la formule suivante :

$$CH^3,CH\begin{cases}OH\\OH\end{cases}$$

ou une glycérine ainsi constituée :

$$CH^3,C\begin{cases}OH\\OH\\OH\end{cases}$$

Telle est la question qui a été soulevée dès l'origine de l'atomicité, et qui a été résolue négativement par M. Kékulé; il était à remarquer, en effet, que si l'on connaît un iodure de méthylène CH^2I^2, un acétate méthylénique,

$$CH^2\begin{cases}O,C^2H^3O\\O,C^2H^3O\end{cases}$$

on n'arrive pas à isoler le glycol méthylénique, $CH^2\begin{cases}OH\\OH\end{cases}$. Dans les réactions où ce corps semblerait devoir prendre naissance, il se scinde en eau et en aldéhyde formique CH^2O, ou plutôt, en les produits de dédoublement de cette aldéhyde. On peut multiplier ces exemples

en rappelant les dérivés de l'aldéhyde acétique, de l'aldéhyde benzoïque, etc. Néanmoins, il nous semble que la solution négative de M. Kékulé ne saurait être acceptée dans un sens absolument rigoureux, surtout si l'on considère que l'hydrate de chloral présente, quoique peu stable, les caractères d'un véritable glycol chloré, fournissant des éthers à radicaux acides et à radicaux alcooliques.

L'existence des composés renfermant deux ou plusieurs groupes OH fixés au même atome de carbone n'est en contradiction avec aucune des réactions générales actuellement connues; mais ils peuvent constituer des édifices plus ou moins stables, et dont l'individualité serait facilement méconnue.

Tels seraient, à notre avis, les hydrates des acides gras monobasiques qu'il est permis de classer dans des séries parallèles à celle de la glycérine, en s'appuyant sur la théorie même de l'atomicité, avec laquelle ils paraissaient contradictoires.

Prenons la formule des corps saturés les plus simples dans lesquels trois groupes OH seraient fixés à un même atome de carbone, nous aurons :

$$CH\begin{cases}OH\\OH\\OH\end{cases} \qquad CH^3,C\begin{cases}OH\\OH\\OH\end{cases}$$

D'après les analogies, ces corps ont la formule d'une glycérine; voyons, en leur enlevant les éléments de l'eau, en les déshydratant, quels seraient leurs anhydrides :

$CH\begin{cases}OH\\OH\\OH\end{cases}$, perdant H^2O donnerait $CH\begin{cases}O\\OH\end{cases}$, et le corps $CH^3,C\begin{cases}OH\\OH\\OH\end{cases}$ en perdant de même H^2O fournirait le composé $CH^3,C\begin{cases}O\\OH\end{cases}$

Or, le premier est l'acide formique, le second l'acide acétique; les glycérines hypothétiques que nous considérons fourniraient donc, par déshydratation, des acides gras monobasiques. Par conséquent, s'il existe des corps présentant cette réaction capitale de donner des acides gras monobasiques en perdant les éléments de l'eau, nous sommes en droit de considérer ces corps comme les glycérines prévues par la théorie, formées par l'union à un groupe hydrocarboné de trois groupes OH, fixés *à un même atome de carbone*.

Ces corps existent; ils ont été décrits par Liebig, par Dumas et Stas, on les nomme de suite; ce sont les acides gras monobasiques.

Liebig, en effet, a fait connaître un hydrate d'acide formique, CH^2O^2,H^2O, un hydrate d'acide acétique, $C^2H^4O^2,H^2O$; Dumas et Stas

ont signalé l'existence d'un hydrate d'acide valérique, $C^5H^{10}O^2,H^2O$. Il est vrai que ces corps sont peu stables; il n'est pas possible de prouver l'existence de ces molécules par l'étude de leur densité de vapeur, car elles se dissocient à leur température d'ébullition, mais leur existence n'en est pas moins confirmée par d'autres considérations. On connaît en effet les éthers correspondants, éthylines, chlorhydrines, etc., dont nous parlerons plus loin. De plus, si nous remarquons que l'hydrate d'acide formique entre en ébullition et ne se dissocie qu'à 106°, tandis que ses constituants bouillent l'un et l'autre à 100°, il nous est permis de regarder ce retard dans le point d'ébullition comme l'indice d'une véritable combinaison.

Quant à la dissociation facile de ces hydrates sous l'influence de la chaleur, on peut la rapprocher de celle de l'hydrate de chloral, dont la densité de vapeur à une température élevée et sous la pression ordinaire est celle d'un mélange d'eau et de chloral anhydre, et aujourd'hui la presque totalité des chimistes admettent que l'hydrate de chloral est une véritable molécule, un glycol chloré $CCl^3,CH\begin{cases}OH\\OH\end{cases}$. C'est là une question de stabilité relative; la dissociation de ces corps a lieu à une basse température, tandis qu'elle a lieu à une température élevée pour le perchlorure de phosphore, le bromhydrate d'amylène, etc.

Ainsi, pour les acides gras monobasiques, ou tout au moins pour les termes inférieurs, il existe des hydrates facilement dissociables en leurs éléments, et qui se caractérisent, comme les glycérines, par la présence de trois oxhydriles. De tels hydrates n'ont pas encore été observés pour les termes supérieurs de la série, et peut-être ne le seront-ils jamais. Ce serait un rapprochement de plus entre ces glycérines et les alcools polyatomiques ordinaires. Les termes supérieurs des glycols saturés se scindent eux-mêmes en eau et en anhydrides avec la plus grande facilité; ainsi le glycol décylénique ne peut pas s'isoler, et par la saponification de ses éthers, on obtient, non le glycol correspondant, mais son anhydride, l'oxyde de décylène (Bauer).

Regarder les hydrates d'acide formique, d'acide acétique, d'acide valérique, comme des sortes de glycérines et les écrire :

$$CH\begin{cases}OH\\OH\\OH\end{cases}\qquad CH^3,C\begin{cases}OH\\OH\\OH\end{cases}\qquad C^4H^9,C\begin{cases}OH\\OH\\OH\end{cases}$$

ce serait un simple jeu de formules peu digne d'attirer l'attention, s'il n'en découlait des notions plus générales.

Reprenons les formules de ces sortes de glycérines, qu'on serait tenté d'appeler *carbérines*, par analogie avec le mot *carbinols*, si l'on ne craignait d'ajouter un mot à la science, reprenons ces formules et comparons-les avec celle de la glycérine :

Formyl-carbérine.	Acétyl-carbérine.	Glycérine.
$CH\begin{cases}OH\\OH\\OH\end{cases}$	$CH^3,C\begin{cases}OH\\OH\\OH\end{cases}$	$\begin{matrix}CH^2,OH\\CH,\ OH\\CH^2,OH\end{matrix}$

De même qu'il existe un éther monoformique, un éther monoacétique de la glycérine :

Monoformine.	Monoacétine.
$\begin{matrix}CH^2(CHO^2)\\CH,OH\\CH^2OH\end{matrix}$	$\begin{matrix}CH^2(C^2H^3O^2)\\CH,OH\\CH^2,OH\end{matrix}$

de même peut-il y avoir des éthers formique et acétique de la formyl-carbérine $CH(OH)^3$, et de l'acétyl-carbérine $CH^3,C(OH)^3$? L'éther formique de la première serait :

$$CH\begin{cases}(CHO^2)\\OH\\OH\end{cases}$$

l'éther acétique de la seconde serait :

$$CH^3,C\begin{cases}C^2H^3\ O^2\\OH\\OH\end{cases}$$

ainsi que le montre l'analogie avec la glycérine.

Ces deux corps existent l'un et l'autre, ainsi que le prouve l'étude de la densité de vapeur des acides formique et acétique.

Bornons-nous, en effet, à rappeler les observations faites sur la densité de vapeur de l'acide acétique. Elle fut tout d'abord étudiée par M. Cahours; cet éminent chimiste a constaté que la densité de vapeur de l'acide acétique ne correspond à la formule $C^2H^4O^2$ qu'à une température très supérieure à son point d'ébullition. Elle est alors de 2,08, la densité théorique étant de 2,07; mais au-dessous de 230°, la densité est notablement plus forte, comme l'indiquent les chiffres suivants donnés par M. Cahours (1) :

(1) *Comptes-Rendus de l'Académie des sciences*, t. XX, p. 51.

Température.	Densité.	Température.	Densité.
125°	3,20	219°	2,17
130	3,12	230	2,09
140	2,90	250	2,08
150	2,75	280	2,08
160	2,48	300	2,08
171	2,42	321	2,08
190	2,30	327	2,08
200	2,22	838	2,08

M. Bineau étudia (1) la densité de la vapeur d'acide acétique à de basses températures et sous des pressions réduites; il obtint les données suivantes :

Température.	Forces élastiques.	Densité.
12°	5mm 23	3,92
20	4 0	3,74
20	5 6	3,77
20	8 5	3,88
20	18 0	3,96
30	6 0	3,60
30	10 7	3,73

Plus tard, MM. Wanklyn et Playfair, en diluant la vapeur d'acide acétique dans l'hydrogène ou dans l'air, ont pu en prendre la densité à des températures peu élevées.

Ils sont arrivés aux résultats donnés par le tableau dans lequel G : V. indique le rapport en volume du gaz permanent à la vapeur. Dans la première expérience, le gaz était de l'air; dans les autres, de l'hydrogène (2) :

Température.	G : V	Densité.
95°4	5 : 1	2,59
86 5	2,5 : 1	3,17
79 9	8 : 1	3,34
62 5	16 : 1	3,90

Le chiffre 3,90, obtenu par la dilution de la vapeur d'acide acétique dans 16 fois son volume d'hydrogène, se confond avec le chiffre 3,96 observé par Bineau à une température de 20° et sous une pression de 10 millimètres. Or, si nous remarquons que ce chiffre est presque double de celui 2,07 qu'exige la formule $C^2H^4O^2$, ne sommes-nous pas en droit d'admettre, comme l'ont fait MM. Wanklyn et Playfair, qu'à une basse température l'acide acétique est représenté par la formule $C^4H^8O^4$, qui en ferait l'acide diacétique.

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3e sér., t. XVIII, p. 229 et suivantes.

(2) *Proceed. of the Royal Society of Edinburg*, t. V. p. 395, et en extrait, *Répertoire de chimie pure*, p. 243, 1862.

M. Bineau avait, du reste, émis déjà cette hypothèse : « Qu'on peut attribuer à l'acide acétique en vapeur plusieurs sortes de groupements moléculaires. Ainsi, l'on pourrait supposer que ces atomes élémentaires sont capables de se grouper de deux façons, en formant tantôt des molécules conformes aux idées habituellement reçues, et tantôt des molécules de masse double.

» Dans cette hypothèse, le premier arrangement moléculaire subsisterait seul sous l'empire d'une chaleur suffisamment élevée. A 150°, sous la pression ordinaire, les deux sortes de molécules existeraient ensemble en quantité à peu près égale. Au-dessous de cette température, les groupes les plus condensés deviendraient prédominants, peut-être même un froid intense n'en permettrait-il pas d'autres. La chaleur ou la diminution de pression n'opéreraient que graduellement le dédoublement des derniers groupes (1). »

Néanmoins, après avoir émis cette hypothèse, M. Bineau ne crut pas devoir s'y rallier, admettant « que, quand l'expérience assigne à la vapeur ces fortes pesanteurs scientifiques, elle subit une influence spéciale, dont la puissance se fait généralement sentir sur toutes sortes de vapeurs. »

Pour nous, cet argument ne nous semble pas convaincant, et, comme l'ont fait MM. Wanklyn et Playfair, nous pensons qu'à basse température, l'acide acétique a pour formule $C^4H^8O^4$, c'est de l'acide diacétique, ou, en d'autres termes, on peut le regarder comme l'acétine de l'acétyl-carbérine

$$CH^3,C\begin{cases}(C^2H^3O^2)\\OH\\OH\end{cases}$$

dont la théorie des glycérines (carbérines) nous a fait prévoir l'existence.

L'acide acétique n'est pas seul à présenter cette condensation de sa molécule; l'acide formique présente également à de basses températures une densité de vapeur bien au-dessus de celle qu'exige la formule CH^2O^2.

La densité théorique de l'acide formique, pour la formule CH^2O^2, est de 1,59, chiffre que donne l'expérience à la température de 260°, tandis que prise à 20°, sous une pression de 24 millimètres, cette densité est presque double; elle est de 3,15, chiffre bien rapproché de 3,18, qui représente une molécule double d'acide formique,

(1) Bineau, Mémoire cité, p. 238.

$C^2H^4O^4$, c'est-à-dire de l'acide diformique ou de la formine de la formyl-carbérine :

$$CH\begin{cases}CHO^2\\OH\\OH\end{cases}$$

Quant aux acides butyrique et valérique, leurs densités de vapeurs ont offert à M. Cahours les mêmes anomalies que l'acide acétique.

Quelque idée que nous nous fassions de la constitution de ces corps, sur laquelle je reviendrai plus loin, il existe donc des acides diformique, diacétique, etc. Si deux molécules d'un acide monobasique peuvent se combiner, nous comprenons également la combinaison de deux molécules d'acides différents.

Une de ces combinaisons est isolée et a donné lieu à de nombreuses discussions; je veux parler de l'acide acétobutyrique découvert par Nœllner et étudié par Nicklès, fournissant des sels bien définis, et se dissociant par la distillation en acide acétique et acide butyrique, absolument comme la molécule d'acide diacétique se dissocie en deux molécules d'acide acétique (1).

L'acide acétobutyrique est analogue à l'acide diacétique, et si l'on considère ce dernier comme l'acétine de l'acétyl-carbérine, le premier en est la butyrine :

$$CH^3,C\begin{cases}(C^4H^7O^2)\\OH\\OH\end{cases}$$

On a décrit également un acide acétopropionique (2), qu'on peut écrire :

$$CH^5,C\begin{cases}(C^3H^5O^2)\ (3)\\OH\\OH\end{cases}$$

Les considérations précédentes nous permettent maintenant de classer un certain nombre de corps qu'on avait rangés dans les combinaisons moléculaires, et qu'on croyait en dehors de la théorie de l'atomicité : ce sont les sels acides fournis par les acides monobasiques et les métaux monoatomiques, et dont le type est le biacétate de potassium décrit par M. Melsens (4).

(1) Nicklès, *Journal de pharmacie* [3], t. XXXIII; p. 351.

(2) How, *Quarterly Journal of the Chemical Society*, t. V., p. 1.

(3) La constitution de ces corps amène les mêmes réserves que celle de l'acide diacétique, sur laquelle nous reviendrons.

(4) Melsens, *Comptes-Rendus de l'Académie des sciences*, t. XIX, p. 611.

Ce biacétate, en effet, résulte de la substitution d'un atome de métal à l'acide diacétique ; il est représenté par la formule :

$$CH^3,C\begin{cases}(C^4H^2O^4)\\OK\\OH\end{cases}$$

De même dérivent d'acides condensés, les biformiates de potassium et de sodium, les trichloracétates acides, les bibenzoates, etc.

Enfin, les sels de l'acide butyro-acétique sont constitués comme le biacétate de potassium ; et des butyroacétates se rapproche l'acéto-propionate d'argent, qu'on peut écrire :

$$CH^3,C\begin{cases}(C^3H^5O^2)\\OH\\OAg\end{cases}$$

Ainsi sont classés ces sels acides qu'on avait à tort placés parmi les combinaisons moléculaires, et qui ne sont pas contradictoires, comme on le pensait, avec la théorie de l'atomicité des éléments.

Arrivons maintenant aux éthers éthylique et chlorhydrique de nos carbérines ; ce sont des composés bien connus et les plus stables de la série.

A la glycérine ordinaire correspond une trichlorhydrine, une triéthyline :

CH^2,OH	CH^2Cl	CH^2,OC^2H^5
CH,OH	$CHCl$	CH,OC^2H^5
CH^2,OH	CH^2Cl	CH^2,OC^2H^5
Glycérine.	Trichlorhydrine.	Triéthyline.

A la carbérine formique $CH(OH)^3$, correspondent une trichlorhydrine $CHCl^3$, qui n'est autre que le chloroforme ; une triéthyline $CH(OC^2H^5)^3$, éther de Kay ou sous-formiate d'éthyle.

A la carbérine acétique $CH^3,C(OH)^3$ correspondent le chlorure d'éthyle bichloré CH^3,CCl^3 décrit par Geuther, et l'éther $CH^3,C(OC^2H^5)^3$ obtenu par le même chimiste, qui l'a préparé en traitant le chlorure précédent par l'éthylate de sodium.

L'hydrate d'acide acétique, le chlorure, l'éther triéthylique sont donc entièrement comparables à la glycérine et à ses éthers chlorhydrique et éthylique ; quant à l'acide diacétique $C^4H^8O^4$, nous l'avons comparé à la monoacétine de la glycérine, pour plus de facilité, et par suite sa formule de structure serait :

$$C^4H^8O^4 = \begin{matrix}CH^3\\|\\C\\/\quad\backslash\\OH\ OH\end{matrix}\!\!-O-\!\!\begin{matrix}CH^3\\|\\CO\end{matrix}$$

Mais est-ce bien là sa véritable constitution ? Nous ne le pensons

pas, et nous croyons plutôt qu'il est analogue aux anhydrides des alcools polyglycériques. Développons ce point de vue.

La glycérine $C^3H^5(OH)^3$, en se soudant à elle-même avec élimination d'eau, fournit les alcools polyglycériques. L'un de ces alcools, l'alcool diglycérique $C^6H^{14}O^5$, perdant lui-même une molécule d'eau, donne naissance à un anhydride, le *diglycide, pyroglycide* ou *métaglycérine,* qui, finalement, dérive de la glycérine elle-même par perte de deux molécules d'eau. Le pyroglycide est à la glycérine ce que l'acide diacétique (d'après sa densité de vapeur) est à l'hydrate d'acide acétique ou acétyl-carbérine :

$$\underbrace{2[C^3H^5(OH)^3]}_{\text{Glycérine.}} - 2H^2O = \underbrace{C^6H^{12}O^4}_{\text{Pyroglycide.}}$$

$$\underbrace{2[CH^3,C(OH)^3]}_{\text{Acétyl-carbérine.}} - 2H^2O = \underbrace{C^4H^8O^4}_{\text{Acide diacétique.}}$$

L'acide diacétique, analogue au pyroglycide par son origine, doit avoir une structure analogue :

$$\underbrace{\begin{matrix} CH^2 - O - CH^2 \\ \dot{C}H,OH \quad \dot{C}H,OH \\ \dot{C}H^2 - O - \dot{C}H^2 \end{matrix}}_{\text{Pyroglycide.}}$$

$$\underbrace{\begin{matrix} CH^3 - C\{-O- \\ \quad\quad\quad -O- \end{matrix}\} C - CH^3 \\ \dot{O}H \qquad\qquad O_H}_{\text{Acide diacétique.}}$$

Ce qui vient à l'appui de ces arguments et tend à prouver qu'ils ne sont pas en dehors des faits, c'est que les dérivés de l'acide acétique, de l'acide formique, etc., peuvent, comme les composés glycériques, se ranger dans une série parallèle à celle des acides phosphoriques. Les formules suivantes, écrites en notation typique, pour mieux faire ressortir les analogies, montrent ces relations; dans toutes on voit fonctionner des radicaux triatomiques, C^3H^5 pour la glycérine, PhO pour les acides phosphoriques, CH pour les formyl-carbérines, $C^2H^3{=}{=}CH^4$,C pour les acétyl-carbérines :

$(C^3H^5)^{\prime\prime\prime}(OH^3)$	$(C^3H^5)^{\prime\prime\prime}\{\begin{matrix}O\\OH\end{matrix}$	$(C^3H^5)^{\prime\prime\prime}\{\begin{matrix}O^2\\OH\\(C^3H^5)^{\prime\prime\prime}\{\begin{matrix}\\OH\end{matrix}\end{matrix}$	$(C^3H^5)^{\prime\prime\prime}\{\begin{matrix}O^3\\(C^3H^5)^{\prime\prime\prime}\{\end{matrix}$
Glycérine.	Glycide (inconnu).	Pyroglycide.	Glycéryline.
$(PhO)^{\prime\prime\prime}(OH)^3$	$(PhO)^{\prime\prime\prime}\{\begin{matrix}O\\OH\end{matrix}$	$(PhO)^{\prime\prime\prime}\{\begin{matrix}O^2\\ONa\\(PhO)^{\prime\prime\prime}\{\begin{matrix}\\ONa\end{matrix}\end{matrix}$	$(PhO)^{\prime\prime\prime}\{\begin{matrix}O^3\\(PhO)^{\prime\prime\prime}\{\end{matrix}$
Acide phosphorique.	Acide métaphosphorique.	Métaphosphate de sodium de Madrell.	Anhydride phosphorique.

$$\underbrace{(CH)^{\text{IV}}(OH)^{3}}_{\text{Formyl-carbérine.}} \qquad \underbrace{(CH)^{\text{IV}}\begin{cases}O\\OH\end{cases}}_{\text{Acide formique (à 260°).}} \qquad \underbrace{\begin{matrix}(CH)^{\text{IV}}\\(CH)^{\text{IV}}\end{matrix}\begin{cases}O^{2}\\OH\\OH\end{cases}}_{\text{Acide diformique.}} \qquad \ldots\ldots\ldots$$

$$\underbrace{(C^{2}H^{3})^{\text{IV}}(OH)^{3}}_{\text{Acétyl-carbérine.}} \qquad \underbrace{(C^{2}H)^{3\,\text{IV}}\begin{cases}O\\OH\end{cases}}_{\text{Acide acétique (à 230°).}} \qquad \underbrace{\begin{matrix}(C^{2}H^{3})^{\text{IV}}\\(C^{2}H^{3})^{\text{IV}}\end{matrix}\begin{cases}O^{2}\\OH\\OH\end{cases}}_{\text{Acide diacétique.}} \qquad \underbrace{\begin{matrix}(C^{2}H^{3})^{\text{IV}}\\(C^{2}H^{3})^{\text{IV}}\end{matrix}\Big\{O^{3}}_{\text{Anhydride acétique.}}$$

Des relations que nous avons établies dans les lignes précédentes, nous pouvons conclure comme il suit :

1° Les hydrates d'acides gras monobasiques, tout au moins pour les premiers termes de la série, sont des glycérines peu stables;

2° Les acides gras monobasiques considérés à de basses températures sont des anhydrides condensés de ces glycérines;

3° A une température élevée, ils constituent des anhydrides directs;

4° Lorsque nous dissolvons dans l'eau un acide, comme l'acide formique, l'acide acétique, il n'y a pas simplement dissolution, mais hydratation et dédoublement d'un anhydride condensé :

$$\underbrace{C^{4}H^{6}O^{4}}_{\text{Acide diacétique.}} + 2H^{2}O = 2\underbrace{\left[CH^{3},C\begin{cases}OH\\OH\\OH\end{cases}\right]}_{\text{Hydrate acétique.}}$$

Il est à remarquer que ces vues, malgré ce qu'elles ont de spéculatif, ne sont pas entièrement nouvelles dans la science. En rapprochant l'hydrate acétique ou acide orthoacétique de l'acide orthophosphorique, nous obéissons aux mêmes analogies qui ont conduit M. Odling à désigner comme *orthoazotates*, les azotates de la formule $AzO(OM')^{3}$, et comme *orthocarbonates*, les carbonates basiques $C(OM')^{4}$, dérivés métalliques d'un composé tétratomique $C(OH)^{4}$, dont on ne connaît que l'éther, l'*orthocarbonate d'éthyle* $C(OC^{2}H^{5})^{4}$.

Les considérations que nous venons d'exposer sur les acides gras monobasiques nous permettent aussi de tenter l'explication de quelques faits obscurs encore, parmi lesquels nous pouvons signaler les phénomènes observés par Heintz, relativement aux points de fusion des acides gras solides.

N'est-ce pas parce que ces acides forment entre eux des combinaisons analogues à l'acide butyroacétique, à l'acide acétopropionique, que leurs points de fusion offrent des singularités si remarquables ? N'est-on pas en droit de penser que ces acides se combinent en don-

nant naissance à de nouvelles molécules, et que les points de fusion observés sont ceux de ces molécules, et non les moyennes des points de fusion des acides primitifs; nous aurions là un phénomène du même ordre que ceux fournis par les alliages, dont les points de fusion correspondent à des combinaisons définies.

Bien d'autres faits pourraient peut-être trouver leur explication dans la théorie des glycérines à anhydrides acides, mais il est inutile de s'arrêter à ces vues spéculatives, ce serait pour le moment aller au delà de l'expérience.

Il nous reste, afin de terminer les considérations, à revenir à la question que nous nous posions au début. Peut-il y avoir plusieurs groupes OH fixés à un même atome de carbone? Oui, la solution négative de M. Kékulé était trop absolue; car, outre l'hydrate de chloral, les hydrates d'acides, etc., on peut lui objecter l'existence des glyoxylates qui renferment $\overset{CO^2H}{\underset{CH(OH)^2}{|}}$, des mésoxalates dont la formule est :

$$C\begin{cases}(CO^2M)^2\\OH\\OH\end{cases} \qquad \ldots\ldots$$

mais en général ce sont des combinaisons peu stables qui se dissocient avec la plus grande facilité, en donnant de l'eau et des anhydrides.

Pourquoi ces combinaisons ont-elles si peu de stabilité? Pourquoi, de même, lorsqu'un atome de chlore et un groupe oxhydrile se sont fixés à un même atome de charbon, la combinaison se détruit-elle avec élimination d'acide chlorhydrique? Nous ne pouvons encore donner d'explication satisfaisante de ces phénomènes; nous en sommes réduits à constater les faits, en attendant que de nouvelles recherches nous permettent d'en indiquer la raison d'être.

M. PRAT.

Sur le fluor.

(Extrait.)

(Séance du 12 Septembre 1872.)

M. Prat communique un long travail sur le fluor; il conclut de ses recherches que le fluor des chimistes n'est point un corps simple, mais résulte de la réunion du fluor véritable et de l'oxygène.

Ainsi le fluorure de calcium serait un oxyfluorure $FlCa^2O$; par suite l'équivalent du fluor devrait subir une correction notable.

M. Prat annonce qu'il a découvert le vrai fluorure d'argent, exempt de chlore, soluble dans l'ammoniaque, insoluble dans l'eau ; il le prépare en attaquant l'argent métallique par un mélange de fluorure de plomb et de peroxyde de manganèse ; le fluorure d'argent formé est séparé par dissolution dans l'ammoniaque.

M. Ad. WURTZ.

Membre de l'Institut.

Sur la densité de vapeur du perchlorure de phosphore.

(Séance du 12 septembre 1872.)

Volumes égaux des gaz et des vapeurs renferment le même nombre de molécules. Cette loi, à laquelle le chimiste italien Avogadro a attaché son nom, et qui a été adoptée par Ampère, est un des fondements de la chimie moderne. Elle fournit un moyen sûr de déterminer les poids relatifs des molécules : ces poids découlent de la comparaison des densités de vapeur.

On peut exprimer d'une façon très simple les relations qui existent entre les densités de vapeur et les poids moléculaires, et indiquer du même coup une méthode pratique pour l'évaluation de ces derniers. Si un atome d'hydrogène occupe un volume, les molécules de tous les corps gazeux ou susceptibles d'être réduits en vapeurs, sans décomposition, occupent deux volumes. Si donc on rapporte les densités de vapeurs à celle de l'hydrogène prise pour unité (1), il suffit de multiplier par deux ces densités pour avoir les poids moléculaires, qui sont les poids de deux volumes. Ces poids moléculaires se trouvent rapportés au poids d'un volume d'hydrogène, qui est l'unité à laquelle on compare les poids de tous les atomes et de toutes les molécules.

D'après cette convention, les molécules de tous les corps simples et composés occuperaient, à l'état de vapeur, deux volumes, en supposant qu'un atome d'hydrogène occupe un volume. C'est sous cette forme qu'il convient d'énoncer la loi d'Avogadro, et qu'elle est énoncée, en effet, dans la plupart des traités de chimie. Est-elle parfaitement exacte ? Question importante, et qui va au fond même des doctrines chimiques admises aujourd'hui ; question souvent

(1) Les densités de vapeurs rapportées à l'air sont facilement réduites à celle de l'hydrogène prise pour unité, si l'on multiplie les chiffres exprimant les premières par le coefficient 14,44, qui est le rapport de la densité de l'air à celle de l'hydrogène.

agitée, par la raison qu'on a depuis longtemps signalé certaines exceptions à la loi dont il s'agit.

Laissant de côté les anomalies que présentent les densités de vapeur du phosphore, de l'arsenic, du mercure, en ce qui concerne les poids moléculaires que l'on pourrait en déduire, nous ne voulons considérer ici que les écarts signalés dans les densités de vapeurs de certains corps composés, tels que le calomel, le perchlorure de phosphore, le sel ammoniac, l'iodhydrate d'hydrogène phosphoré et beaucoup de corps analogues aux précédents. On sait que ces corps présentent une densité de vapeur qui est sensiblement la moitié de la densité théorique, calculée d'après la loi d'Avogadro et qui ferait supposer que leurs molécules occupent quatre volumes de vapeur au lieu de deux. Divers chimistes, parmi lesquels nous citerons MM. Hermann Kopp, Kékulé, Cannizzaro, ont expliqué cette anomalie, en admettant que les molécules dont il s'agit se dissocient à la température où l'on détermine leur densité de vapeur, de manière à se séparer en deux molécules juxtaposées à l'état de mélange, et dont chacune occupe deux volumes. Ainsi, le chlorhydrate d'ammoniaque n'existerait plus comme tel dans la vapeur du sel ammoniac, portée à la température de l'ébullition du mercure, mais cette vapeur serait, en réalité, un mélange de gaz chlorhydrique et ammoniac. Elle présente, en effet, une densité voisine de la densité moyenne de ces deux gaz. Cette interprétation de l'anomalie dont il s'agit est plausible et a été accueillie avec faveur; mais il faut dire qu'elle ne reposait pas, dans l'origine, sur des preuves expérimentales suffisantes.

Dans un Mémoire antérieur, j'ai apporté une telle preuve pour un corps dont la vapeur se comporte à une température élevée comme celle du chlorhydrate d'ammoniaque : c'est le bromhydrate d'amylène $C^5H^{10}HBr$. A 100° au-dessus de son point d'ébullition, sa vapeur offre une densité répondant à une condensation de la molécule en quatre volumes. J'ai prouvé qu'il y a là un fait de dissociation, car si l'on prend la densité de vapeur de ce corps à une température peu élevée au-dessus de son point d'ébullition, elle devient double et répond à la condensation normale de la molécule en deux volumes. Le dédoublement de la densité à une température élevée doit donc être attribuée au dédoublement de la molécule sous l'influence de la chaleur. Et cette densité est celle d'un mélange, ce n'est plus une densité de vapeur réelle pouvant donner la mesure de la condensation moléculaire.

M. H. Sainte-Claire Deville a publié une expérience qui permet d'appliquer une conclusion analogue à la densité de vapeur du perchlorure de phosphore. Ayant réduit en vapeur du perchlorure

de phosphore dans un long tube bouché par deux plaques de verre parallèles, il a vu apparaître la couleur verdâtre du chlore, comme dans un autre tube où il chauffait, par comparaison, un mélange à volumes égaux de chlore et d'air (1). La vapeur du perchlorure de phosphore étant incolore, ainsi que M. H. Deville le suppose avec raison (2), le fait de la coloration de la vapeur à une température élevée indique une dissociation de la molécule. Telle est la conclusion à laquelle l'auteur de cette ingénieuse expérience s'est d'abord arrêté, mais qu'il n'a pas maintenue avec fermeté (3) contre M. Cahours (4), ce savant ayant persisté dans l'opinion que la vapeur de perchlorure de phosphore est une *combinaison* à volumes égaux de protochlorure et de chlore, unis sans condensation, et qu'elle possède par conséquent une densité normale répondant à une condensation de la molécule en quatre volumes.

D'autres chimistes sont allés plus loin. Acceptant soit le fait de la dissociation de la vapeur, soit celui d'une condensation de cette vapeur en quatre volumes, ils ont soutenu que cette condensation, et, par conséquent, la densité de vapeur observée par M. Cahours seraient, en tout état de cause, la condensation et la densité de vapeur normales du perchlorure de phosphore, envisagé, selon l'idée de M. Cahours, comme une *combinaison moléculaire* de protochlorure et de chlore. Partisans de l'idée que le phosphore est un élément triatomique, ces savants, M. Kékulé à leur tête, sont disposés à admettre que le perchlorure de phosphore ne saurait présenter à l'état de vapeur la condensation en deux volumes des *combinaisons atomiques;* car, s'il en était ainsi, les cinq atomes de chlore étant unis à un atome de phosphore dans deux volumes de vapeur, il en résulterait évidemment que le phosphore joue, dans le perchlorure, le rôle d'un élément pentatomique.

Tel était l'état de la question, lorsque j'ai été amené à entreprendre, sur la densité de vapeur du perchlorure de phosphore, les expériences dont je vais rendre compte.

Me souvenant des résultats autrefois publiés par M. Cahours sur la densité de vapeur du perchlorure, et tenant compte de ce fait que les chiffres obtenus pour cette densité prise à des températures relativement basses, sont sensiblement plus forts que ceux qui correspondent à une température élevée, les premiers répondant à une condensation en trois volumes, j'ai été conduit à penser que la

(1) *Comptes-Rendus*, t. LXII, p. 1157

(2) Dans le cours de mes expériences, j'ai pu me convaincre qu'il en est ainsi.

(3) *Comptes-Rendus*, t. LXIII, p. 14.

(4) *Comptes-Rendus*, t. LXIII, p. 18, et *Institut*, 1866, p. 210.

vapeur du perchlorure ne se dissocie qu'à une température supérieure à celle de son point d'ébullition, et que la vapeur qui présente une densité de 5,078 est un mélange de vapeur dissociée et de vapeur non dissociée. Si cette idée est exacte, il en résulte que le perchlorure de phosphore se comporte sensiblement comme le bromhydrate d'amylène, avec une tendance plus marquée à la dissociation, et présente, par conséquent, deux densités de vapeur : une réelle répondant à une condensation de la molécule en deux volumes, et une apparente répondant à la molécule entièrement décomposée. Les densités variables observées entre ces deux limites seraient celles de la vapeur plus ou moins dissociée.

Pour prouver qu'il en est ainsi, il suffisait, comme pour le bromhydrate d'amylène, de se placer dans des conditions qui permissent à la molécule de se vaporiser sans dissociation. On ne pouvait arriver à ce résultat en se bornant à abaisser la température dans la détermination de la densité de vapeur, par le procédé de M. Dumas. M. Cahours avait atteint, dans cette détermination, des limites qu'on ne pouvait pas franchir : il avait pris cette densité à 182°, c'est-à-dire à 40° environ au-dessus du point d'ébullition (1), et, pour cette température, il avait trouvé le chiffre 5,078.

A l'abaissement de la température, il était donc nécessaire d'ajouter une autre condition pour prévenir la dissociation de la molécule. Cette condition semblait indiquée par les expériences de Playfair et Wanklyn sur la densité de vapeur du peroxyde d'azote ou vapeur nitreuse qui présente la condensation normale lorsqu'on fait diffuser la vapeur à une basse température dans un certain volume d'air. On empêche donc la dissociation de la molécule Az^2O^4 en abaissant à la fois la température et la pression à laquelle la vapeur se forme. Telle est la méthode qu'on a appliquée d'abord à la détermination de la densité de vapeur du perchlorure de phosphore.

On a fait diffuser une petite quantité de ce corps bien pur et bien sec, dans de l'air sec, à une température comprise entre 129° et 145°. L'opération s'exécutait dans un ballon que l'on plaçait dans un bain de paraffine. On fermait la pointe du ballon dès que la dernière parcelle de perchlorure de phosphore avait disparu, ce qu'il était facile d'apprécier grâce à la parfaite transparence du bain. Après avoir pesé le ballon, il s'agissait de mesurer exactement le volume de l'air qui était mélangé à la vapeur et qui restait dans le ballon, après la condensation de celle-ci. Cet air a été mesuré sur le mer-

(1) On admet que le point d'ébullition est situé vers 140° ou 145°, mais ce n'est pas là un point d'ébullition proprement dit, puisque le perchlorure se volatilise sans fondre. Sous pression, il fond à 148° et bout à une température peu supérieure, sous la même pression.

cure, d'après la méthode ordinaire. On a remarqué qu'il renfermait toujours une petite quantité d'un gaz ou d'une vapeur absorbable par l'eau. On a d'abord pris ce gaz pour de l'acide chlorhydrique formé en même temps que de l'oxychlorure de phosphore par l'action sur le perchlorure d'une trace d'humidité qu'il est impossible d'exclure complètement. On a lieu de croire, toutefois, que la partie absorbable par l'eau dans l'air restant, est principalement de la vapeur de protochlorure diffusée dans cet air, car on s'est assuré que le perchlorure de phosphore est décomposé à la température ordinaire par le mercure, avec formation de protochlorure.

Je donne ici quelques-uns des résultats que j'ai obtenus, en faisant observer qu'ils ont été calculés dans l'hypothèse que la partie absorbable par l'eau dans l'air restant était de la vapeur de protochlorure de phosphore. C'est l'hypothèse la plus défavorable au point de vue du résultat que l'on cherchait à obtenir. En effet, l'acide chlorhydrique provenant de la décomposition d'une molécule de perchlorure, occupe un volume double de celui qu'occupe cette molécule non dissociée. Dans le ballon rempli d'air et de vapeur, cet acide chlorhydrique, relativement peu dense, était mélangé avec la vapeur, et en retranchant du volume total réduit celui de l'acide chlorhydrique et celui de l'oxychlorure correspondant, on diminuait sensiblement le volume de perchlorure, et cette diminution, qui tendait à augmenter le chiffre de la densité n'était pas compensée par la soustraction du poids de ces mêmes produits, qu'il fallait retrancher du poids du perchlorure.

Cela dit, voici les résultats des expériences :

Ordre des expér.	Excès du poids du ballon.	Tempér. du bain.	Tempér. de la balance.	Pression.	Capacité du ballon.	Air restant.	T.	P.	Analyse de l'air restant par l'eau avant.	Analyse de l'air restant par l'eau après.
	gr	o	o	mm	cc	cc	o	mm	cc	cc
I....	0,508	145	15	761	317	135,1	à 17	762	85,4	84,0
II...	0,478	145	20,5	748	325,5	136,0	à 19	748	93,5	94,2
III..	0,699	145	17,5	746	342,5	116,9	à 17,5	746	84,2	83,7
IV...	0,173	137	17,5	762	306,5	178,3	è 17	761,4	88,1	88,0
V...	0,352	137	17,5	765	305,5	151,3	à 19	764	94,30	94,35
VI...	0,345	137	18,5	761	296	146,1	à 20,5	763	93,5	94,0
VII..	0,432	137	22,5	761,5	305,7	143,6	à 22,5	761,5	95,6	94,5
VIII.	0,455	137	20,5	761	335,0	162,1	à 19,5	743,5	97,35	96,40
IX...	0,273	129	19	748	346	198,3	à 19,5	748	98,1	98,6
X...	0,2125	129	20,5	752	305	178,6	à 19,5	752,2	97,6	97,2
XI...	0,252	129	18,5	758,5	308	174,8	à 19	760	82,0	80,7

Les sept premières colonnes de ce tableau ne donnent lieu à aucune observation. On remarquera seulement que les expériences ont été faites à trois températures différentes, savoir : 145°, 139°, 127°. La dixième colonne contient les indications relatives à la

petite fraction de vapeur absorbable par l'eau, répandue dans l'air qui avait été mesuré sur le mercure. On a vu plus haut que cette partie absorbable par l'eau était principalement de la vapeur de protochlorure de phosphore formée par le contact du perchlorure avec le mercure. Le volume de l'air restant étant diminué du volume de cette partie absorbable, on obtenait le volume de l'air pur dans lequel le perchlorure était diffusé. Retranchant le volume de cet air, réduit à zéro et à 0^m76, du volume total qu'occupait l'air et la vapeur du perchlorure, au moment de la fermeture du ballon, volume pareillement réduit à zéro et à 0^m76, on obtenait le volume de la vapeur du perchlorure de phosphore, dont il était facile dès lors de calculer la densité. Cette vapeur était diffusée dans un volume déterminé d'air, le mélange supportant la pression de l'atmosphère au moment de la fermeture. On pouvait donc calculer la pression partielle que supportait la pression du perchlorure elle-même. Ces diverses données sont consignées dans le tableau suivant :

Ordre des expériences.	Volume réduit de la vapeur du perchlorure. cc	Volume réduit de l'air restant. cc	Densité de la vapeur du perchlorure.	Pression partielle supportée par la vapeur diffusée mm	Températures. o
I.....	85,1	123,0	6,70	311	145
II.....	86,0	123,5	6,33	307	145
III.....	115,3	104,7	6,55	391	145
IV.....	39,75	165,15	6,47	148	137
V.....	65,05	139,85	6,46	243	137
VI.....	63,90	133,96	6,42	234	137
VII.....	75,27	129,1	6,48	281	137
VIII.....	79,4	144,7	6,54	269	137
IX.....	52,8	179,0	6,63	170	129
X.....	45,1	160,4	6,31	165	129
XI.....	52,7	156,8	6,18	191	129

On voit qu'à des températures inférieures au point d'ébullition du perchlorure ce corps possède une tension de vapeur suffisante pour se répandre dans plusieurs fois son volume d'air, et que la vapeur ainsi diffusée présente une densité voisine de la densité normale, sans jamais atteindre celle-ci. Le chiffre le plus élevé que M. Cahours ait obtenu pour la densité de la vapeur du perchlorure est 5,078, cette densité ayant été prise à la pression ordinaire et à la température de 182°. En abaissant la pression, on parvient à élever le chiffre de la densité à 6,5 environ, chiffre situé bien plus près de 7,217, densité calculée pour une condensation en deux volumes, que de 3,61. qui serait la densité calculée pour une condensation en quatre volumes.

Ces résultats semblent indiquer que la vapeur du perchlorure de phosphore rentre dans la règle commune et que la molécule de

ce corps occupe deux volumes, si l'atome d'hydrogène occupe un volume. Toutefois les chiffres les plus élevés qui ont été obtenus étant encore inférieurs au chiffre théorique, on doit admettre qu'à la température et à la pression où cette vapeur s'est formée elle a déjà éprouvé un commencement de dissociation.

En résumé, la vraie signification des expériences que je viens de décrire me paraît être celle-ci. En diminuant la pression dans une certaine mesure, on abaisse la température de vaporisation du perchlorure, et comme la chaleur est le principal agent de dissociation, on empêche en grande partie cette dissociation.

Parviendrait-on à empêcher complètement cette dissociation en diminuant davantage la pression ? D'après quelques expériences que j'ai faites, à la température de 129°, je ne le pense pas. Je serais tenté de croire qu'il arrive un moment où la diminution de la pression, à une température donnée, agissant dans le même sens que la chaleur, est elle-même une cause de dissociation; mais je ne puis rien affirmer à cet égard, les expériences que j'ai faites à ce sujet étant d'une nature trop délicate. En effet, dans ces expériences, le volume du perchlorure mêlé à la masse d'air se réduit à quelques centimètres cubes, et la moindre erreur d'observation affecte considérablement le résultat.

Dans le désir que j'avais d'élucider complètement cette question que je crois fondamentale, au point de vue de nos théories chimiques, j'ai cherché un autre moyen de prévenir la dissociation du perchlorure, et j'y ai réussi à l'aide d'un artifice fondé sur les vues émises par M. H. Sainte-Claire Deville.

D'après ce savant, le phénomène chimique de la dissociation ne serait pas sans analogie, dans son évolution, avec le phénomène physique de la formation des vapeurs.

Un liquide émet des vapeurs dans un espace clos, à une température et à une pression données. L'émission des vapeurs continue jusqu'à ce que l'espace en soit saturé. A ce moment, la vaporisation s'arrête. Si l'espace est illimité, la vaporisation continue, mais la vapeur qui se forme présente une tension constante dans les mêmes conditions de température et de pression.

Un corps est en train de se dissocier sous l'influence de la chaleur, à une température et à une pression données. Les produits de la dissociation se dégagent et se répandent dans l'espace où il est plongé, et la dissociation atteindra une limite dès que l'espace sera saturé des produits de la décomposition à la température et à la pression où l'on opère. Cet effet de saturation s'explique facilement par la tendance qu'offrent les produits de décomposition à reconsti-

tuer le produit primitif, tendance qui devient d'autant plus marquée que leur masse augmente dans le milieu (gazeux ou liquide) où le corps en décomposition se trouve plongé. Il est clair qu'à un moment donné la tendance à la recomposition doit contrebalancer la tension de dissociation du corps qui se décompose. Mais qu'on enlève, au fur et à mesure, ces produits de dissociation, la décomposition pourra recommencer et s'effectuer avec une intensité (une vitesse) constante, dans les mêmes conditions de température et de pression. Au contraire, dans le cas où l'espace est saturé des produits de décomposition, la dissociation du corps ne pourra recommencer qu'avec l'élévation de la température, élévation à laquelle correspond une augmentation de la tension de dissociation.

Les indications qui précèdent laissent entrevoir l'influence de la saturation du milieu sur la dissociation d'un corps pouvant émettre des produits capables de s'y répandre. Elles m'ont suggéré l'idée d'empêcher ou de retarder la dissociation de la molécule du perchlorure de phosphore, en le faisant diffuser dans un espace saturé d'un des produits de la dissociation, la vapeur de protochlorure de phosphore.

Voici comment j'ai opéré pour réaliser cette idée :

Un ballon de densité ordinaire a été desséché avec le plus grand soin par un courant d'air sec, puis étiré à la lampe à la naissance du col, et celui-ci a été coupé à une petite distance de la pointe, de manière à laisser au bout de celle-ci un bout du col formant entonnoir. Au moyen d'un bouchon on mettait immédiatement ce bout de col en communication avec un tube à chlorure de calcium, de manière à ne laisser pénétrer que de l'air sec dans le ballon qui se refroidissait.

D'autre part, on prenait une petite quantité de perchlorure de phosphore préalablement distillé, puis pulvérisé, et on le chauffait doucement dans un tube étiré en pointe, au milieu d'un courant de gaz carbonique parfaitement sec. On enlevait ainsi une trace d'oxychlorure de phosphore. On introduisait ensuite une petite quantité de perchlorure pur dans le ballon préalablement taré avec soin, en engageant la pointe du tube effilé dans le col à entonnoir, de manière à éviter le contact de l'air. Puis, on versait dans le ballon, avec les mêmes précautions, un excès de protochlorure de phosphore purifié par plusieurs distillations. Cela fait, on coupait par le milieu la pointe effilée du ballon, on lavait et l'on séchait soigneusement le bout du col avec la portion de la pointe adhérente, et on le mettait de côté.

Il s'agissait maintenant de chauffer le ballon dans un bain de

paraffine, de manière à volatiliser d'abord le protochlorure, et à faire diffuser ensuite le perchlorure dans la vapeur du protochlorure. Pour laisser pénétrer la lumière au fond du bain, il était nécessaire de chauffer la paraffine dans un vase transparent. On a choisi, à cet effet, le fond de grandes cornues en verre qu'on coupait au-dessous du col. Le ballon était assujéti dans le bain au moyen d'une pince à trois branches qu'on pouvait lever ou abaisser à volonté. Dans ces conditions, et grâce à la parfaite transparence du bain et du vase, les progrès de l'expérience pouvaient être surveillés avec exactitude; la moindre parcelle de perchlorure solide était visible au fond du ballon, et lorsque, à la fin de l'opération, une telle parcelle se détachait du tube effilé plongeant hors du bain, pendant qu'on chauffait ce tube avec un petit bec de gaz de manière à le purger du perchlorure avant de le fermer, on était immédiatement averti de ce petit accident, et l'on attendait que la parcelle fût volatilisée de nouveau avant de fermer la pointe du tube. Cette dernière opération étant achevée et le ballon étant refroidi et nettoyé, on le portait sur la balance, avec la portion du col qu'on avait détachée et mise de côté. La pesée donnait un excès de poids représentant la différence de poids du ballon rempli de vapeur chaude de perchlorure et de protochlorure, et du ballon rempli d'air froid. L'excès de poids observé donnait le moyen de déterminer le poids du mélange de vapeurs de protochlorure et de perchlorure, en supposant connue la capacité du ballon. Mais comment apprécier les proportions des deux chlorures dans ce mélange? On ne pouvait le faire qu'en analysant le contenu du ballon. Pour cela, on en ouvrait la pointe sous de l'eau pure récemment bouillie et encore tiède : elle s'y élançait, le remplissant entièrement ou ne laissant qu'une bulle d'air insignifiante, dans le cas où l'opération avait été bien conduite. On avait ainsi une solution aqueuse d'acides phosphoreux, phosphorique, chlorhydrique. On la réunissait à l'eau même de la cuve, au milieu de laquelle on avait brisé la pointe du ballon, et, après avoir rincé celui-ci à plusieurs reprises avec de l'eau distillée, on réunissait toutes les liqueurs et on les mesurait exactement. D'autre part, on remplissait entièrement le ballon de mercure et on jaugeait ce dernier. On avait ainsi la capacité du ballon et le moyen de calculer exactement, toutes corrections faites, le poids et le volume de la vapeur.

Il ne restait plus qu'à déterminer par l'analyse les proportions relatives du protochlorure et du perchlorure. Pour cela, on dosait l'acide chlorhydrique contenu dans un volume donné de la solution acide dont le volume total était connu. Ce dosage était répété deux fois dans chaque opération; la seconde fois, sur une quantité plus

forte que celle qu'on avait employée d'abord. La moyenne donnait exactement la quantité de chlore. Le poids des chlorures étant connu, on obtenait par différence la quantité de phosphore. Comme contrôle, on dosait directement le phosphore à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, après avoir oxydé l'acide phosphoreux au moyen de l'acide nitrique.

On avait ainsi tous les éléments pour calculer les poids du protochlorure et du perchlorure de phosphore, car deux poids déterminés de chlore et de phosphore répondent à un certain mélange de protochlorure et de perchlorure (1). Connaissant le poids du protochlorure, il était facile de calculer le volume qu'il occupait dans le mélange de vapeurs (2). Le volume total de ce mélange était donné par la capacité corrigée du ballon et ramené par le calcul à 0° et 0^m76. La différence entre le volume du protochlorure et le volume total donnait le volume du perchlorure, dont le poids était déterminé d'autre part.

A l'aide de la méthode qui vient d'être décrite, on a fait les expériences suivantes :

(Voir le tableau d'autre part)

(1) Soit P, le poids du mélange du protochlorure et du perchlorure, P′ la quantité de chlore contenue dans ce mélange, x la quantité de perchlorure, y la quantité de protochlorure, on aura :

(1) $$x + y = P;$$

x contiendra un poids de chlore $= x\frac{85.16}{100}$, y contiendra un poids de chlore $= y\frac{77.45}{100}$.

On a donc

(2) $$x\frac{85.16}{100} + y\frac{77.45}{100} = P'.$$

Ces deux équations permettent de calculer les valeurs de x et de y.

(2) Dans ces calculs, on a supposé que la vapeur de protochlorure a sensiblement le même coefficient de dilatation que l'air. Cette supposition est légitime, car la détermination de la densité de vapeur de ce chlorure, calculée d'après le coefficient de dilatation de l'air, a donné le chiffre théorique (4,79 au lieu de 4,77). J'ai fait moi-même quelques expériences sur la densité de vapeur du protochlorure de phosphore. L'ayant déterminée par le procédé de M. Hofmann, j'ai obtenu le chiffre 4,741 pour la température de 100°. Une expérience faite à 186°, d'après le procédé de M. Dumas, a donné le chiffre 4,82, le chiffre théorique étant 4,77. On sait que les chiffres obtenus à l'aide de ce dernier procédé sont généralement un peu trop forts.

ORDRE des expériences.	EXCÈS DE POIDS du ballon.	TEMPÉRATURE de la balance.	TEMPÉRATURE du bain.	PRESSION.	CAPACITÉ du ballon.	AIR RESTANT.	VOLUME de la solution acide.	ANALYSE DE LA SOLUTION ACIDE.
	gr	o	o	mm	cc			
I.....	0,9765	21,5	166,0 165,4 (corrigé)	763,7	309,0	1cc	»	Quantité totale de AgCl 4gr,364.
								gr
II.....	1,0740	21,0	165,5 164,9 (corrigé)	762,2	299,5	1cc	cc 1115,0	200cc ont donné..... 0,8502 de AgCl. 400cc ont donné..... 1,6985 de » Moyenne pour 200cc. 0,8497 de »
III.....	1,226	12,1	175,0 174,28 (corrigé)	758,5	410,5	5cc,5 T. 8° P. 771mm,8	1000,5	150cc ont donné..... 0,8372 de AgCl. 200cc ont donné..... 1,1146 de » Moyenne pour 200cc. 1,1154 de » 250cc ont donné..... 0,3038 de $Ph^2Mg^2O^7$.
IV.....	0,895	8,8	176,0 175,26 (corrigé)	762,2	285,0	1cc,5	1077,5	200cc ont donné..... 0,760 de AgCl. 250cc ont donné..... 0,9505 de » Moyenne pour 200cc. 0,7602 de » 200cc ont donné..... 0,1565 de $Ph^2Mg^2O^7$.
V.....	0,914	11,7	176,0 175,26 (corrigé)	756,0	279,5	3cc,3 T, 40°	1000,0	200cc ont donné..... 0,8308 de AgCl. 250cc ont donné..... 1,0365 de » Moyenne pour 200cc. 0,8300 de » 250cc ont donné..... 0,2032 de $Ph^2Mg^2O^7$.
VI.....	0,8785	5,5	171,0 170,34 (corrigé)	759,0	278,5	2cc,0 T. 35°	1118,5	200cc ont donné..... 0,7123 de AgCl. 250cc ont donné..... 0,889 de » Moyenne pour 200cc. 0,7118 de »
VII.....	1,228	5,4	177,0 176,24 (corrigé)	756,2	369,0	1cc,7 T. 26°	1000,0	200cc ont donné..... 1,1252 de AgCl. 250cc ont donné..... 1,409 de » Moyenne pour 200cc. 1,1262 de »
VIII.....	1,0075	9,2	170,0 169,35 (corrigé)	747,7	294,0	6cc,6 T. 39°	1000,0	200cc ont donné..... 0,9078 de AgCl. 250cc ont donné..... 1,1334 de » Moyenne pour 200cc. 0,9073 de » 250cc ont donné .... 0,2113 de $Ph^2Mg^2O^7$.
IX.....	0,991	12,0	161,0 160,47 (corrigé)	757,6	305,5	1cc,2 T. 32°	1012,1	100cc ont donné..... 0,4393 de AgCl. 200cc ont donné..... 0,8775 de » Moyenne pour 100cc. 0,4391 de » 250cc ont donné..... 0,2327 de $Ph^2Mg^2O^7$.
X.....	0,934	18,0	166,0 165,4 (corrigé)	750,0	268,0	0cc,4 T. 28°	1000,0	200cc ont donné..... 0,8365 de AgCl. 250cc ont donné..... 1,0428 de » Moyenne pour 200cc. 0,8354 de » 250cc ont donné..... 0,2016 de $Ph^2Mg^2O^7$.
XI.....	0,976	22,0	176,5 175,75 (corrigé)	766,7 766 en fermant.	296,0	1cc,6 T. 32°	1000,0	200cc ont donné..... 0,8772 de AgCl. 250cc ont donné..... 1,0954 de » Moyenne pour 200cc. 0,8767 de »
XII.....	0,974	21,4	174,0 173,29 (corrigé)	764,0	286,0	2cc,0 T. 31°	1000,0	250cc ont donné..... 1,0968 de AgCl. 250cc ont donné..... 1,0961 de » Moyenne pour 250cc. 1,0964 de » 250cc ont donné..... 0,209 de $Ph^2Mg^2O^7$.

A l'aide de ces données on calcule les nombres inscrits dans le tableau suivant :

ORDRE des expériences.	POIDS du mélange des chlorures.	POIDS DU MÉLANGE des chlorures contrôlé par la synthèse.	VOLUME du perchlorure à 0° et à 760mm.	POIDS du perchlorure.	DENSITÉ de vapeur du perchlorure.	Pression partielle supportée par la vapeur.	TEMPÉRATURE.
	gr	gr	cc	gr		mm	o
I.....	1,3475	»	49,2	0,4616	7,25	194	165,4
II.....	1,4335	»	83,4	0,7957	7,38	338	164,9
III.....	1,7263	1,7191	55,5	0,5556	7,74	168	174,3
IV.....	1,2512	1,24805	62,2	0,5681	7,06	271	175,3
V.....	1,2554	1,2530	77,1	0,7009	7,03	343	175,3
VI.....	1,2288	»	39,5	0,4239	8,30	174	170,3
VII.....	1,6916	»	121,8	1,0831	6,88	411	176,2
VIII....	1,3617	1,3677	94,4	0,8738	7,16	394	169,3
IX.....	1,3669	1,3618	54,4	0,5237	7,44	214	160,5
X.....	1,2543	1,2579	90,9	0,7992	6,80	413	165,4
XI.....	1,3317	»	75,6	0,6843	7,00	318	175,7
XII.....	1,3166	1,3178	97,8	0,8427	6,68	423	173,3

Les chiffres obtenus, dans cette série de douze expériences, pour la densité de vapeur du perchlorure de phosphore, sont plus élevés que les chiffres obtenus dans la première série d'expériences. Parmi ces nouveaux chiffres, six se confondent sensiblement avec le chiffre théorique ; cinq autres s'en rapprochent plus ou moins. Un seul montre un écart assez notable, c'est le chiffre 8,30 obtenu dans la sixième expérience. En ce qui concerne ce dernier chiffre, on voudra bien remarquer qu'il est déduit du poids de 39,5 centimètres cubes de vapeur de perchlorure. Ce volume est peu considérable : la moindre erreur commise dans l'analyse du mélange du protochlorure et de perchlorure a dû affecter considérablement le résultat. De fait, c'est là le côté délicat de la méthode suivie. La différence de composition du protochlorure et du perchlorure de phosphore se traduit par une différence de 7,682 pour 100 dans la quantité de chlore. Pour apprécier exactement la proportion du mélange, il est donc nécessaire d'apporter les plus grands soins dans les dosages de chlore. Aucune précaution n'a été négligée à cet égard. Dans toutes les expériences on a répété les dosages de chlore ; dans sept expériences on a dosé le phosphore comme contrôle, et l'on voit par les chiffres inscrits dans la troisième colonne, que les poids des chlorures déterminés par la pesée du ballon, ne diffèrent que par quelques milligrammes au plus des poids des chlorures déterminés par l'analyse.

J'ai relaté à dessein toutes les expériences, même celles qui ont donné lieu à quelques écarts, pour qu'on soit en mesure d'apprécier le degré de confiance qu'elles méritent les unes et les autres. Mais

quand on considère d'une part les difficultés de la méthode, et de l'autre cette circonstance que sur douze expériences six ont conduit exactement au résultat désiré, et que six autres ont donné des chiffres oscillant tantôt au-dessus, tantôt au-dessous, on peut à bon droit accorder quelque confiance à la moyenne de toutes ces expériences. Cette moyenne est exprimée par le chiffre 7,226 pour la densité de vapeur du perchlorure de phosphore, alors que le chiffre théorique est 7,217. La concordance est parfaite, comme on voit, et l'on est autorisé à conclure que la vapeur du perchlorure de phosphore présente la condensation normale en deux volumes lorsqu'on parvient à empêcher la dissociation de la molécule. On y a réussi, dans les expériences qui précèdent, en faisant volatiliser la vapeur dans un espace saturé d'un des produits de la dissociation. Et il est à remarquer que la température où la densité a été prise a été supérieure à celle du point d'ébullition et très voisine de la température (182°) où M. Cahours avait observé la densité 5,078. Telle est l'influence qu'exerce la vapeur du protochlorure de phosphore sur la dissociation et par conséquent sur la densité de la vapeur du perchlorure.

J'ajouterai quelques mots au sujet des conséquences théoriques auxquelles conduisent les faits précédemment exposés.

S'il est bien vrai que la molécule du perchlorure réduite en vapeur et non dissociée renferme 1 atome de phosphore et 5 atomes de chlore condensés en 2 volumes, et que la molécule de protochlorure de phosphore, réduite en vapeur, renferme 1 atome de phosphore et 3 atomes de chlore, il est évident que les deux chlorures représentent des combinaisons du même ordre, en tout semblables, sauf pour le degré de chloruration. Dans le protochlorure, 1 atome de phosphore a attiré 3 atomes de chlore; dans le perchlorure, il en a annexé 5, et il n'y a aucune raison d'admettre que 2 de ces atomes de chlore soient dans un autre état que les 3 autres. La combinaison la plus riche en chlore est à la vérité moins stable que l'autre, mais si l'on vient à remplacer 2 atomes de chlore dans le perchlorure par 1 atome d'oxygène ou 1 atome de soufre, on obtient des combinaisons semblables au perchlorure et dans lesquelles 1 atome d'oxygène ou de soufre joue le même rôle que les 2 atomes de chlore ajoutés au protochlorure : la vapeur d'oxychlorure présente la condensation normale en 2 volumes, comme la vapeur non dissociée du perchlorure dont l'oxychlorure dérive par substitution. Et si ce corps est plus stable que le perchlorure, cela tient à l'affinité plus forte que l'oxygène et le soufre peuvent avoir pour le phosphore déjà combiné à 3 atomes de chlore : ce corps retient alors avec plus de force un troisième élément, tel que l'oxygène, qu'il ne peut le

faire à l'égard d'un quatrième et d'un cinquième atome de chlore (1). Quoi qu'il en soit, la densité de vapeur observée pour le perchlorure non dissocié est en harmonie avec la densité de vapeur de l'oxychlorure. Ces composés sont des *combinaisons atomiques* au même titre que le protochlorure. L'unique différence réside en ceci que le dernier n'est pas saturé : il peut fixer 2 autres atomes de chlore. La force d'attraction du phosphore pour le chlore n'est donc pas épuisée dans le protochlorure, elle n'arrive à sa limite que dans le perchlorure; et si, dans le protochlorure, le phosphore joue le rôle d'un élément triatomique, il devient pentatomique dans le perchlorure.

Nous voici ramenés à cette idée que, si l'atomicité ou puissance d'attraction d'un atome pour les atomes d'un autre élément a une limite, il s'en faut que cette atomicité se prononce et se manifeste d'une manière uniforme dans les diverses combinaisons de ces éléments. Si donc on voulait considérer cette propriété des atomes comme quelque chose de fixe, d'immuable, au même titre que le poids atomique, il faudrait envisager le phosphore et ses analogues comme des éléments pentatomiques, et dire que la force d'attraction qui réside en eux ne s'exerce pas au même degré et ne s'épuise pas dans tous leurs composés. Parmi ces derniers les uns sont saturés, les autres ne le sont pas.

Au premier abord, l'idée de déduire l'atomicité d'un élément de ses combinaisons saturées et d'envisager l'atomicité ainsi fixée comme la vraie atomicité de l'élément dont il s'agit, cette idée offre quelque chose de satisfaisant. Il est évident, en effet, que l'équivalence des atomes, les uns à l'égard des autres, doit être subordonnée à quelque chose de fondamental dans leur nature ou leur manière d'être. Nous savons qu'elle est indépendante de leurs poids relatifs. Elle est liée peut-être à leur structure, et surtout à leurs modes de mouvement. Sans pouvoir préciser toutes ces conditions, on conçoit que les atomes des corps simples diffèrent précisément par elles, et que ces conditions impriment à chacun son cachet et déterminent ses propriétés fondamentales. Chacun ayant donc sa manière d'être, on voudrait qu'il y eût quelque chose de fixe dans leur équivalence ou

(1) L'existence et le mode de condensation de l'oxychlorure de phosphore étaient de nature à gêner les partisans de cette idée que le phosphore est, d'une manière absolue, un élément triatomique. Pour faire cadrer ces faits avec l'idée dont il s'agit, on a représenté la constitution de l'oxychlorure de phosphore par la formule $\left.\begin{matrix}PCl^2\\Cl\end{matrix}\right\}O$ qui en fait une sorte d'anhydride mixte de l'acide hypochloreux. Rien, ni dans les propriétés ni dans le mode de formation de l'oxychlorure ne justifie cette hypothèse. N'est-il pas plus naturel de penser que lorsque le perchlorure se convertit en oxychlorure par l'action de l'eau, l'oxygène de celle-ci prend la place du chlore enlevé par l'hydrogène?

dans cette puissance d'attraction qui gouverne la forme des combinaisons. Cela est contraire aux faits; car, en admettant même que la force soit immuable, elle ne se manifeste pas de la même façon dans les diverses combinaisons : le fait des proportions multiples en est la preuve. En faut-il conclure que l'atomicité n'est pas liée à quelque chose de fondamental dans la manière d'être des atomes? Nullement, car, tout en ignorant la structure et la dynamique des atomes, nous devons admettre que leurs modes de mouvements ne sont pas immuables et peuvent éprouver des changements sous l'influence de la chaleur et sous l'influence d'autres atomes. Ce dernier point me paraît important. En effet, dans une combinaison donnée, un atome ayant attiré dans sa sphère d'action un ou plusieurs atomes d'un autre élément a subi leur influence et s'est, en quelque sorte, accommodé avec eux, en ce qui concerne les mouvements. Dans une autre combinaison, le même atome aura attiré un ou plusieurs atomes d'un troisième élément, et aura subi leur influence, et rien ne prouve que les choses doivent se passer de la même manière que dans le cas précédent, chaque espèce d'atomes ayant ses mouvements particuliers. Il ne faut donc pas s'arrêter à ce point de vue théorique de la fixité de l'atomicité déduite de la stabilité de la manière d'être des atomes. Dans les phénomènes de combinaison, il est nécessaire de considérer les atomes non pas en eux-mêmes, mais dans leurs actions réciproqués. Sans doute leurs poids relatifs, leur structure, leur forme peuvent être immuables, mais leurs mouvements doivent s'influencer réciproquement et varier d'ailleurs avec la température; on ne comprendrait pas autrement la diversité des formes de combinaison, ainsi que l'influence de la chaleur sur les actions chimiques. Ce sont vraisemblablement ces modes de mouvement qui gouvernent l'atomicité, et si la force des attractions chimiques est marquée par l'intensité des phénomènes thermiques qui les accompagnent et qui sont l'expression des transformations que ces mouvements ont subies, ce qu'il y a d'électif dans ces attractions doit être sous la dépendance du mode particulier des mouvements pour chaque espèce d'atomes, pour une température donnée. A une certaine température, 1 atome d'antimoine peut attirer 5 atomes de chlore; à une autre, il n'en peut attirer que 3. Et cet atome d'antimoine, qui peut fixer 5 atomes de chlore, ne peut annexer que 3 atomes d'hydrogène. Et le plomb, qui peut s'unir à 4 groupes éthyliques, ne peut fixer que 2 atomes de chlore. Voilà des faits qui marquent ce que nous avons appelé plus haut le caractère électif de l'attraction réciproque des atomes ou de l'affinité. Il y a donc dans les phénomènes chimiques autre chose que des questions d'in-

tensité : il y a la forme des combinaisons, qui est gouvernée probablement par le mode de mouvement des atomes. Voilà comment je conçois la notion de l'atomicité.

Sans vouloir insister sur ces considérations qui présentent évidemment un caractère hypothétique, j'ajouterai un mot concernant l'importance pratique de la notion dont il s'agit. C'est elle qu'on invoque aujourd'hui lorsqu'il s'agit de déterminer la structure atomique des combinaisons, c'est-à-dire les rapports mutuels qui existent entre les atomes dans un composé donné. En dévoilant la constitution des corps, elle jette une vive clarté sur l'interprétation de leurs réactions; elle permet d'en prévoir de nouvelles et conduit souvent à des méthodes de synthèse qu'il eût été impossible de concevoir en dehors de cet ordre d'idées. La notion de l'atomicité est donc un instrument puissant et un guide fidèle : c'est une hypothèse légitime parce qu'elle est féconde. Faut-il citer des exemples? Sans l'idée de la triatomicité de l'azote, eût-on réussi à approfondir la constitution de certaines bases, celle de certaines amides et surtout celle de ces combinaisons remarquables connues sous le nom de *composés azoïques*. N'oublions pas que ce qu'il importe de préciser dans ces combinaisons, comme dans toutes les autres, c'est le rôle qu'y joue un élément donné, c'est le nombre d'atomicités qu'il y manifeste, c'est le nombre d'autres éléments avec lesquels il est en rapport direct. Et nous savons que ce rôle peut changer d'une combinaison à l'autre, suivant que l'élément dont il s'agit est saturé ou non. Mais il nous sera toujours nécessaire d'établir quel est son rôle dans une combinaison donnée, de dire, pour prendre un exemple parmi ceux qui ont été cités plus haut, que, dans l'azobenzide, les groupes benziques sont liés par 2 atomes d'azote triatomique échangeant 2 atomicités; que dans l'hydrazobenzide, les 2 groupes benziques étant toujours unis par les 2 atomes d'azote, qui n'échangent plus qu'une atomicité, les atomes d'hydrogène ajoutés se trouvent en rapport, de leur côté, avec ces 2 atomes d'azote :

Azobenzide.	Hydrazobenzide.
$C^6H^5\overset{\text{III}}{A}z$	$C^6H^5\overset{\text{III}}{A}zH$
$C^6H^5\overset{\text{II}}{A}z$	$C^6H^5\overset{\text{I}}{A}zH$

Ces exemples pourraient être multipliés à l'infini et sont de nature à démontrer l'utilité pratique de la notion de l'atomicité des éléments. Elle est née de la notion de l'atomicité des radicaux, mais on doit considérer comme un progrès d'avoir rapporté la valeur de combinaison ou de substitution des radicaux aux propriétés fondamentales des éléments qu'ils renferment. De fait, l'atomicité des éléments

donne l'explication de l'atomicité des radicaux. Elle rend compte de la diversité des combinaisons chimiques, elle est à la base de la théorie des types. Il y a un type ammoniaque parce qu'il existe un élément triatomique azote; il y a un type eau parce qu'il existe un élément diatomique oxygène. L'idée de l'atomicité des éléments est donc une notion fondamentale qui s'est substituée peu à peu à la théorie des radicaux et à la théorie des types, qu'elle rend superflues pour ainsi dire. Nous la retiendrons aussi longtemps qu'elle revêtira ce caractère d'hypothèse simple et féconde, sans nous préoccuper outre mesure, du lien qui peut exister entre cette hypothèse et la manière d'être réelle des atomes que nous ignorons.

Discussion.

M. Berthelot combat l'hypothèse de l'atomicité des éléments. Il fait observer que l'atomicité, pas plus que l'attraction, ne présente aucun sens défini quand on l'applique à un atome ou à une molécule isolée. Il faut toujours mettre en opposition soit deux molécules de même nature, dans le cas de l'attraction, soit deux molécules dissemblables chimiquement dans le cas de l'affinité. Dès lors l'atomicité réside dans la combinaison et non dans chacun des corps simples envisagé isolément. La combinaison constitue seule un type défini, susceptible d'être modifié ensuite par voie de substitutions équivalentes. Par exemple, il lui paraît inexact de dire que le chlore ou l'hydrogène sont des éléments monoatomiques; mais c'est l'acide chlorhydrique qui constitue seul un type monoatomique engendrant les chlorures par substitution. De même l'eau est un type diatomique engendrant les hydrates d'oxyde et les acides; l'ammoniaque est un type triatomique; le formène un type tétratomique engendrant les carbures saturés, etc.

Mais un même élément peut engendrer tour à tour des types monoatomiques et triatomiques, comme le prouve la transformation de l'iode en acide iodhydrique et en chlorure d'iode, ICl^3; sans parler des polyiodures du potassium ou des alcalis organiques.

L'azote engendre tour à tour un type monoatomique dans le protoxyde diatomique (avec condensation anormale), dans le bioxyde, tétratomique dans la vapeur nitreuse, un type pentatomique dans le chlorhydrate d'ammoniaque, etc. Le phosphore fournit un type triatomique dans le chlorure phosphoreux, pentatomique dans la chaleur phosphorique, et d'un ordre plus élevé encore dans les composés découverts par M. Prinvault.

A la vérité, parmi ces types, il en est de plus stables ou qui

engendrent un plus grand nombre de dérivés que les autres; ce sont ceux que les atomistes modernes prennent comme caractéristiques de l'atomicité de l'élément. Mais on ne saurait refuser d'admettre l'existence des types moins stables, d'un ordre moins élevé ou d'un ordre plus élevé. Pour les premiers, les partisans de l'atomicité des éléments veulent les expliquer en admettant qu'un même élément peut avoir une atomicité variable; ce qui revient, au fond, à admettre que l'atomicité ne réside pas dans l'élément lui-même, c'est-à-dire à renier l'hypothèse fondamentale. Pour les autres, ils ont imaginé le mot *combinaison moléculaire,* ce qui est mettre un mot à la place d'un fait; car il est facile d'établir par des exemples nombreux, tirés, par exemple, de la transformation en vapeur des sels doubles de mercure et d'ammoniaque, ou bien encore des hydrates d'acide chlorhydrique ou bromhydrique, tous corps qui subsistent en partie à l'état gazeux, bien que leur complication détermine une dissociation partielle, il est, dis-je, facile d'établir que les combinaisons dites *moléculaires* existent sous forme gazeuse. Le perchlorure de phosphore fournit à cet égard un argument excellent, comme le prouvent les expériences remarquables présentées aujourd'hui par M. Würtz.

L'atomicité variable semble donc en contradiction formelle avec la théorie de la combinaison chimique, telle que la conçoivent les atomistes. Ils regardent en effet celle-ci comme une substitution, les atomes des corps simples étant doubles, c'est-à-dire combinés entre eux à l'état libre : le chlore libre est du chlorure de chlore, l'hydrogène de l'hydrure d'hydrogène, et leur combinaison n'est autre chose qu'une double substitution engendrant deux molécules d'acide chlorhydrique. Fort bien ! L'iode sera de même de l'iodure d'iode, formé de deux atomes, et engendrant l'acide iodhydrique par substitution. De même l'ammoniaque résultera de la substitution de trois atomes d'hydrogène à un atome d'azote triatomique, dans l'azoture d'azote.

$$\left.\begin{matrix}Az''' \\ Az'''\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}HH \\ HH \\ HH\end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix}AzH^3 \\ + \\ AzH^3\end{matrix}\right.$$

Mais alors comment expliquer le chlorure d'iode, ICl^3, qui résulte de la substitution de trois atomes de chlore, monoatomique, à un seul atome d'iode (monoatomique) dans l'iodure d'iode :

$$\left.\begin{matrix}I' \\ I'\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}ClCl \\ ClCl \\ ClCl\end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix}ICl^3 \\ ICl^3\end{matrix}\right.$$

Il est évident que l'acide iodhydrique et le chlorure d'iode ne sauraient rentrer dans une même théorie de la combinaison, envi-

sagée comme une substitution entre des atomes dont la constitution serait envisagée comme préexistante.

M. Berthelot signale également les dissidences qui règnent entre les atomistes sur les combinaisons à divers degrés de saturation, que deux éléments donnés forment entre eux.

En résumé, il repousse l'atomicité des éléments, et regarde la science comme plus solidement établie sur la considération des types de combinaisons monoatomiques ou polyatomiques : l'interprétation des réactions nouvelles et des méthodes de synthèse ou d'analyse, chaque jour introduites dans la science, découle de cette notion avec une clarté parfaite, et sans qu'il soit nécessaire d'y ajouter les notions hypothétiques qu'il combat en ce moment.

M. Wurtz est d'avis que l'idée de placer à la base de la chimie, comme la généralisation la plus grande dont elle soit susceptible, la notion de types d'atomicité diverse lui paraît répondre à une phase de la science qui a fait son temps. Les types sont des formes de combinaison, et l'on ne saurait attribuer la diversité de ces formes à autre chose qu'à des différences dans la manière d'être des atomes qui entrent dans les combinaisons; car l'hypothèse atomique est hors de cause ici. Il semble donc qu'il y ait eu progrès à reporter aux atomes eux-mêmes ce qu'il y a de caractéristique dans les types, et de dire que le type diatomique eau a sa raison d'être dans l'existence de l'élément diatomique oxygène, que le type triatomique ammoniaque a sa raison d'être dans la triatomicité de l'azote.

En un mot, c'est en tenant compte des aptitudes diverses des atomes des corps simples qu'on justifie la notion des types et qu'on lui enlève ce qu'elle a pu avoir d'arbitraire dans le principe. Dans cet ordre d'idées, on ne répugne, en aucune façon, à admettre l'existence de types plus compliqués et par conséquent moins stables que ceux qui ont été introduits par Gerhardt; mais on pense que dans les combinaisons de ce genre, ce sont les éléments polyatomiques ou ceux tendant à le devenir, comme l'iode dans le trichlorure (1), qui, pour arriver à un degré de saturation plus élevé,

(1) C'est par une simple addition moléculaire que le protochlorure d'iode se convertit en trichlorure :

$$ICl + Cl^2 = ICl^3.$$

Au reste, rien ne serait plus facile que faire rentrer cette réaction, comme celle qui donne naissance à l'acide chlorhydrique, dans le cadre des doubles décompositions.

$$\left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix} Cl \\ Cl \end{matrix}\right\} = 2HCl.$$

$$\left.\begin{matrix} I'' \\ I'' \end{matrix}\right\} + 3\left\{\begin{matrix} Cl \\ Cl \end{matrix}\right. = 2ICl^3.$$

donnent naissance à des additions moléculaires compliquant le type. En effet, dans ces cas, ce n'est point par substitution, mais par une simple adjonction d'atomes que les types se compliquent. Il en est ainsi lorsque le trichlorure de phosphore devient pentachlorure, le phosphore attirant deux nouveaux atomes de chlore, et dans les combinaisons décrites par M. Prinvault, c'est encore le phosphore qui attire d'autres atomes.

Toutefois, pour l'immense majorité de ces combinaisons, qui sont solides, il y a une réserve à faire. Quel est le rôle que joue dans ce genre d'attraction la force cristallogénique? Telle est la question qu'il faudrait résoudre avant de se prononcer sur le caractère de ces combinaisons dites *moléculaires,* dont les sels à eau de cristallisation sont, en quelque sorte, le type.

Quant à une prétendue contradiction, ajoute M. Würtz, qui existerait entre la notion de l'atomicité variable et l'hypothèse des atomes, je ne l'aperçois pas, si je rapporte cette manifestation de l'attraction chimique, l'atomicité, à l'une des conditions fondamentales des atomes, variable elle-même, suivant les cas. Mais j'aperçois une contradiction dans la conception qui admet l'atomicité dans les combinaisons, et qui la rejette dans les atomes eux-mêmes, à moins, toutefois, qu'on ne repousse l'idée d'atomes, et alors on n'est pas fondé à parler d'atomicité.

M. P. CARLES,

Pharmacien à Bordeaux.

Étude chimique du givre de vanille.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

Au bout d'un certain temps de conservation, la plupart des vanilles se recouvrent de cristaux aiguillés (1), communément appelés *givre,* dont la nature chimique ne nous paraît pas encore parfaitement établie.

Tout d'abord, et cette erreur s'est maintenue dans les ouvrages récents, Bucholz, Vogel prétendaient que c'était de l'acide benzoïque ou cinnamique. D'après Wittstein, de Munich, ce serait de la couma-

(1) Comme cette cristallisation est un caractère de bonne qualité, on a cherché à faire *givrer* les vanilles de qualité secondaire. On y est souvent arrivé en projetant simplement quelques cristaux déjà formés dans les bottes de ces vanilles.

rine. Un des premiers, M. Vée (1), comparant les points de fusion de ces divers corps, releva l'erreur et montra que c'était un acide particulier. A la même époque, M. Gobley (2) étudia les caractères chimiques de ces cristaux, les rapprocha de la coumarine et proposa le nom de *vanilline,* ou principe aromatique de la vanille. Plus tard, en Allemagne (3), Stokkeby reprenait le même sujet. Il fixait le point de fusion du givre à 82 au lieu de 76 (Gobley), 78 (Vée), et, en vertu de ses propriétés acides, l'appelait *acide vanilliquè*. (C'est le nom que nous lui conserverons, car jusqu'à présent il nous paraît le plus rationnel.) Enfin, tandis que Gobley lui donnait pour formule $C^{20}H^{6}O^{4}$, ce serait $C^{34}H^{22}O^{20}$, d'après le chimiste allemand. Le peu de rapports que présentent ces formules indiquait que leurs auteurs n'avaient eu affaire, sinon aux mêmes cristaux, du moins à des produits d'égale pureté, comme le font pressentir, du reste, les divers points de fusion.

C'est là surtout la cause qui nous a engagé à reprendre cette étude. Au lieu d'extraire l'acide vanillique directement de la vanille, nous avons préféré purifier celui qui se dépose au fond des boîtes où on le conserve. D'un mélange d'échantillons d'origines différentes, nous avons fait une solution aqueuse concentrée à l'ébullition, et après addition de noir animal, nous l'avons passée sur un filtre mouillé; par le refroidissement l'acide se dépose : on lui fait subir deux ou trois cristallisations successives. Si le refroidissement est lent, ces cristaux se présentent sous forme de prismes transparents incolores, susceptibles d'acquérir plus de 2 centimètres de longueur. S'ils sont récents et bien purs, leur odeur est très faible, mais elle s'exalte par la chaleur; leur saveur est piquante. L'acide vanillique fond entre 80 et 81 degrés. Quand on le chauffe sur une lame de platine, il se volatilise sans décomposition; mais il distille très difficilement dans une cornue vers 280 degrés. Il est très soluble à froid dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone, les huiles fixes ou volatiles. A + 15 degrés, l'eau en dissout 1,20 pour 100; mais il est très soluble dans l'eau bouillante, dans laquelle il fond préalablement. Il décompose les bicarbonates avec effervescence, sature parfaitement les bases alcalines à froid, les bases terreuses à chaud. L'acide sulfurique concentré et pur le jaunit à froid; mais s'il contient des traces d'acide nitrique, on obtient une couleur écarlate : le même effet se produit avec l'acide sulfurique pur et les cristaux résinifiés. L'acide nitrique étendu l'attaque faiblement; s'il

(1) *Journal de pharmacie et de chimie,* 3e série, t. XXXIV, p. 412.
(2) Même Recueil, p. 404.
(3) *Zeitschrift für Chemie,* 1865, 467.

est concentré, il le convertit rapidement en acide oxalique. Tous les acides minéraux, d'ailleurs, l'altèrent. Le chlore, le brome, l'iode ont donné des produits de substitution. Dissous dans les solutions alcalines concentrées aqueuses ou alcooliques, l'acide vanillique en est reprécipité par les acides sans modification bien sensible, même après une exposition de plusieurs heures à 100 degrés. Il bleuit les persels de fer, réduit le nitrate d'argent et précipite abondamment par les acétates de plomb. Sa formule est $C^{16}H^{8}O^{6}$ (1).

Vanillates de plomb. $C^{16}H^{7}PbO^{6}$ (2). — Quand on verse dans une solution aqueuse chaude d'acide vanillique une dissolution d'acétate neutre de plomb, il se forme un précipité blanc soluble à chaud qui, par refroidissement, cristallise sous forme de houppes s'irradiant d'un même centre. Nous n'avons obtenu du sel monobasique qu'en traitant une solution tiède d'acide par l'acétate neutre de plomb en léger excès. Lorsqu'il est sec, ce précipité est jaune et n'a qu'une faible odeur aromatique. L'eau bouillante le dédouble *très facilement* en sel acide plus soluble et sous-sels résineux, de telle sorte qu'à cette température on n'obtient plus qu'un mélange de sels basiques.

Vanillate de magnésie. $C^{16}H^{7}MgO^{6}$. — On l'obtient facilement soit par double décomposition entre le vanillate *récent* de baryte et le sulfate de magnésie, soit à 100 degrés, en saturant la dissolution aqueuse d'acide vanillique par la magnésie caustique ou carbonatée. Par refroidissement lent on obtient des cristaux incolores, inodores, peu solubles dans l'eau froide, insolubles dans l'alcool et l'éther. Sa calcination a donné 12,21 — 12,24 pour 100 de magnésie. Théorie, 12,26.

Vanillate de zinc. $C^{16}H^{7}ZnO^{6}$. — Soit par double décomposition avec le sulfate de zinc, soit en saturant l'acide vanillique par l'oxyde ou le carbonate de zinc à chaud, on obtient, au bout de quelque temps, le vanillate de zinc sous forme de précipité blanc cristallin, insoluble dans les divers dissolvants, fort peu soluble dans l'eau bouillante, où il cristallise par refroidissement.

Vanillates alcalins. — Les précédentes combinaisons sont les seules que nous ayons pu obtenir facilement, et les seules aussi qui soient

		Trouvé.		Calculé.
(1)	Carbone.....	63,14	63,13	63,15
	Hydrogène.....	5,55	5,69	5,26

		Trouvé		Calculé.
(2)	C.....	37,11	37,04	37,79
	H.....	3,21	3,19	2,76
	Pb.....	40,50	39,80	40,74

peu altérables à l'air. Nous avons essayé, par le même moyen, de produire des combinaisons ammoniacales, sodiques, potassiques, calciques, baritiques....., mais toutes brunissent rapidement à l'air, et par évaporation dans le vide de leur solution incolore on n'obtient finalement qu'un résidu noirâtre confusément cristallisé.

Combinaisons iodées. 1° $C^{16}H^{7}IO^{6}$. — 2 grammes d'acide vanillique, dissous dans 50 grammes d'eau, ont été mélangés à 1^{gr}50 d'iode préalablement dissous dans 50 grammes d'alcool, et le tout abandonné vingt-quatre heures à une température d'environ 50 degrés. Au bout de ce temps la liqueur, décolorée et très acide, était remplie de cristaux nacrés blancs qu'on a purifiés par deux cristallisations dans l'alcool, dans lequel ils sont peu solubles à froid, ainsi que dans l'éther. Ils fondent à 174, se subliment sans décomposition par la chaleur; leur odeur est faible. Le dosage de l'iode a donné 44,86 — 45,70. Théorie, 45,68 pour 100.

2° $C^{16}H^{6}I^{2}O^{6}$. — Si au lieu d'acide vanillique on met de l'iode en excès, on obtient de nouveaux cristaux acides nacrés, incolores, peu solubles dans l'eau bouillante, insolubles dans le chloroforme à froid, solubles dans l'alcool et l'éther à chaud. Ils renferment 63,47 pour 100 d'iode. Théorie, 62,87.

Combinaisons bromées. $C^{16}H^{7}BrO^{6}$. — C'est la seule que nous ayons pu faire cristalliser. On l'a préparée en ajoutant par fractions et refroidissant un léger excès de brome à une solution aqueuse concentrée et tiède d'acide vanillique. Il s'est immédiatement formé un précipité qu'on a séparé des eaux mères, dissous dans l'alcool et agité avec du mercure. Au bout de quelques heures on a filtré, évaporé, fait recristalliser dans l'alcool, et finalement dans l'eau bouillante additionnée de noir animal. Les cristaux ainsi obtenus sont nacrés, légèrement jaunes, fort peu solubles dans l'eau froide, plus solubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, d'odeur nulle. Ce nouvel acide bromé fond à 161, se sublime dans un tube sans décomposition. Il contient 39,91 pour 100 de brome. Théorie, 34,63. Les eaux mères contenaient un produit gommeux brun, précipitant fort peu par les sels d'argent, et qui nous a paru constitué sinon par l'acide vanillique bibromé impur, du moins par un mélange de produits plus riches en brome que le précédent.

Combinaisons chlorées. — En traitant l'acide vanillique par le chlore, nous avons également obtenu des produits chloro-substitués, qui ont refusé de cristalliser. Le dosage du chlore n'a pas donné de résultats satisfaisants.

Les expériences suivantes avaient pour but d'obtenir des produits de dédoublement.

Traitement par la potasse fondante. — Acide oxy-vanillique. $C^{16}H^{8}O^{8}$. — 6 grammes d'acide vanilliqué ont été projetés par fractions dans la potasse fondante et maintenus à l'action de cette température jusqu'à ce qu'un des points de la masse entrât en ignition. La masse a à peine jauni. Après refroidissement, elle a été dissoute dans l'eau, sursaturée par l'acide chlorhydrique et agitée avec l'éther. Par évaporation spontanée, ce véhicule a abandonné de petits cristaux mamelonnés que deux cristallisations dans l'eau bouillante ont complètement purifiés. Ce nouvel acide se présente sous l'aspect de petits cristaux prismatiques, blancs, inodores, fusibles à 169°, sublimables sans décomposition par la chaleur, très solubles dans l'eau bouillante, très peu solubles au contraire à froid, solubles dans l'alcool, l'éther, saturant exactement les bases avec lesquelles il a donné quelques sels cristallisés. Par les sels de fer pur, au minimum, la solution ne change pas de couleur; mais s'ils contiennent des *traces* de peroxyde, il se produit une coloration verte très intense. L'acide azotique, le chlore, l'acide sulfureux détruisent cette coloration. Pris, soit par la combustion du sel de baryte, soit par la saturation au moyen d'une eau de baryte titrée, son équivalent a été trouvé de 168,03 — 168,34. Théorie, 168. Nous proposons le nom d'acide *oxy-vanillique* pour ce nouvel acide.

Traitement par l'acide iodhydrique. — Il a été fait avec 4 grammes d'acide vanillique et 20 grammes environ d'acide iodhydrique fumant. Ce mélange, placé en tube scellé, a été chauffé à 100 degrés pendant trente heures. A ce terme, le produit brun soumis à la distillation fractionnée a fourni, entre 42 et 44 degrés, un liquide très mobile, plus dense que l'eau, et contenant 89,442 pour 100 d'iode. (Théorie, 89,436.) C'était de l'éther méthyl-iodhydrique.

Quant au résidu, séparé de l'excès d'iode et d'acide iodhydrique, il était noir, incristallisable, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool bouillant, d'où les alcalis le précipitaient et le rendaient, au contraire, soluble dans l'eau. Sous l'influence de la chaleur, il dégageait de l'iode et se charbonnait. Soumis à l'action de plusieurs réactifs, il n'a jamais fourni de résultats bien nets.

Si le mélange précédent n'est chauffé qu'à 50 degrés environ, ou si on se sert d'acide iodhydrique étendu, il se produit encore de l'éther méthyl-iodhydrique, mais en moindre proportion, et le résidu noir iodé paraît plus soluble.

En résumé, les expériences précédentes établissent que le *givre de*

vanille n'est aucun des corps que l'on supposait jusqu'à ce jour; que c'est un acide particulier isomère des acides anisiques, formobenzoylique, méthyl-salicylique, crésotique, oxytoluique, et d'un plus grand nombre encore que la théorie permet de prévoir : nous en avons décrit plusieurs combinaisons, mais nous n'en avons encore séparé qu'un des groupes constitutifs. Nous poursuivons nos recherches.

M. L. PASTEUR,

Membre de l'Institut.

Faits nouveaux pour servir à la théorie de la fermentation.

Depuis longtemps je considère les fermentations proprement dites comme étant des phénomènes chimiques corrélatifs d'actions physiologiques d'une nature particulière. Non seulement j'ai démontré que leurs ferments ne sont point des matières albuminoïdes mortes, mais bien des êtres vivants; j'ai en outre provoqué la fermentation du sucre, de l'acide lactique, de l'acide tartrique, de la glycérine, etc., et plus généralement de toutes les matières fermentescibles, dans des milieux exclusivement minéraux, preuve incontestable que la décomposition de la matière fermentescible est corrélative de la vie du ferment, qu'elle est un de ses aliments essentiels; par exemple, dans les conditions que je rappelle, il est impossible que dans la constitution des ferments qui prennent naissance, il y ait un seul atome de carbone qui ne soit enlevé à la matière fermentescible.

Quoiqu'ils nous éclairent sur la nature des ferments dont je parle, ces faits nouveaux sont loin de rendre compte du caractère propre des fermentations. Ce qui sépare ces phénomènes d'une foule d'autres et particulièrement des actes chimiques de la vie commune, c'est le fait de la décomposition d'un poids de matière fermentescible bien supérieur au poids du ferment en action.

Tant que ce caractère n'aura pas reçu une explication plausible, les phénomènes de fermentation seront enveloppés de mystère. Je soupçonne depuis longtemps que ce caractère particulier doit être lié à celui de la nutrition en dehors du contact de l'oxygène libre. Les ferments sont des êtres vivants, mais d'une nature à part, en ce sens qu'ils jouissent de la propriété d'accomplir tous les actes de leur vie, y compris celui de leur multiplication sans mettre en œuvre d'une manière nécessaire l'oxygène de l'air atmosphérique.

Souvenez-vous de ces singuliers infusoires qui provoquent la fermentation butyrique, ou la fermentation tartrique, ou certaines putréfactions, et qui, non seulement, peuvent vivre et se multiplier à l'abri du contact du gaz oxygène, mais qui périssent et cessent de provoquer la fermentation si l'on vient à faire dissoudre ce gaz dans le milieu où ils se nourrissent. Ce n'est pas tout; par des expériences précises, faites avec la levûre de bière, j'ai montré que si la vie de ce ferment avait lieu partiellement par l'influence du gaz oxygène libre, cette petite plante cellulaire perdait, en proportion de l'intensité de cette influence, une partie de son caractère ferment, c'est-à-dire que le poids de levûre qui prend naissance, dans ces conditions, pendant la décomposition du sucre, s'élève progressivement et se rapproche du poids du sucre décomposé, au fur et à mesure que la nutrition met en œuvre des quantités croissantes de gaz oxygène libre. Guidé par tous ces faits, j'ai été conduit peu à peu à envisager les fermentations comme une conséquence obligée de la manifestation de la vie, quand la vie s'accomplit en dehors des combustions directes dues au gaz oxygène libre.

La vie des organismes microscopiques, la formation de leurs tissus, en dehors de l'influence de la lumière solaire, ne peut avoir lieu sans production et consommation ultérieure de chaleur. Dans les conditions ordinaires, l'oxydation directe des matériaux d'alimentation de ces organismes fournit cette chaleur. Mais dans tous les cas de fermentation hors du contact de l'air atmosphérique, cette chaleur doit provenir de la décomposition de la matière fermentescible.

Que la matière fermentescible produise cette chaleur au profit de la vie des ferments, seule ou concurremment avec les combustions dues au gaz oxygène, le rapport du poids de cette matière fermentescible décomposée au poids du ferment formé sera plus ou moins élevé, suivant le degré d'action du gaz oxygène extérieur. Le maximum, qui sera aussi le maximum du caractère ferment, correspondra au cas de vie sans aucune participation du gaz oxygène libre. C'est, en effet, ce que l'expérience démontre. On peut entrevoir, comme conséquence de cette théorie, que tout être, tout organe, toute cellule qui vit ou qui continue de vivre sans mettre en œuvre l'oxygène de l'air atmosphérique, ou qui le met en œuvre d'une manière insuffisante pour l'ensemble des phénomènes de sa propre nutrition, doit posséder le caractère ferment pour la matière qui lui sert de source de chaleur totale ou complémentaire. Cette matière paraît devoir être forcément oxygénée et carbonée, puisque, comme je le rappelais tout à l'heure, elle sert d'aliment au ferment. Toutes les

matières fermentescibles comptent, en effet, ces deux corps simples au nombre de leurs principes élémentaires.

Je viens apporter à cette théorie nouvelle que j'ai déjà proposée à diverses reprises, quoique toujours timidement, depuis l'année 1861, l'appui de faits nouveaux qui la rendront cette fois, je l'espère, plausible pour tout le monde.

Considérons un liquide sucré, propre à la nourriture des ferments, contenu dans un vase disposé de telle sorte qu'on puisse ensemencer ce liquide avec une production organisée spéciale, sans craindre que d'autres organismes puissent venir s'y associer ultérieurement à l'insu de l'expérimentateur, par voie d'ensemencement spontané, c'est-à-dire par les germes en suspension dans l'air atmosphérique.

A la surface de ce *terrain* ainsi préparé, déposons une trace de *mycoderma vini* pur. Les jours suivants la moisissure recouvrira peu à peu tout le liquide sous forme d'un voile continu. Ceci posé, il est facile de constater que le développement du mycoderme, dans ces conditions, donne lieu à une absorption de gaz oxygène atmosphérique qui est remplacé par un volume à peu près égal de gaz acide carbonique. et d'autre part qu'il ne se forme pas du tout d'alcool (1).

Répétons cette expérience exactement dans les mêmes conditions, avec cette seule différence que, quand le voile sera continu, nous agiterons le vase pour disloquer ce voile et le submerger, autant que cela est possible, car les matières grasses dont il est accompagné, empêchent qu'il ne soit mouillé en totalité. Le lendemain, souvent même après quelques heures déjà, lorsqu'on opère à la température de 25 à 30°, on voit s'élever sans cesse du fond du vase de petites bulles de gaz, qui annoncent que la fermentation du liquide sucré a commencé. Elle continue les jours suivants, quoique toujours faible, et il est facile de constater dans le liquide la présence de quantités sensibles d'alcool. Une observation attentive, faite au microscope, des cellules ou articles du mycoderme submergé, montre que ces articles ne se reproduisent pas, mais qu'ils se gonflent pour la plupart, et que la structure intérieure de leur plasma se modifie profondément.

(1) J'ai annoncé que le *mycoderma vini* avait deux manières de vivre, qu'il était moisissure ou ferment, suivant les circonstances, et que la levûre de bière, dite *levûre basse*, n'était autre que le ferment dans lequel ce mycoderme se transformait quand il était privé du contact de l'oxygène de l'air. Ces assertions ne sont pas de tout point conformes à la vérité, ou mieux, les phénomènes qu'elles caractérisent ont une complication qui m'avait échappé. Je serai bientôt en mesure de les faire connaître dans toutes leurs particularités. Cette observation est ici nécessaire puisque je parle du *mycoderma vini* dans des termes qui ne rentrent pas exacteme dans les assertions que je viens de rappeler.

Si la fermentation s'arrête, on peut la faire reprendre en disloquant de nouveau le voile qui s'est reformé.

L'interprétation de ces faits ne paraît pas douteuse. Dans ces deux expériences comparatives, nous avons sous les yeux des cellules qui prennent ou perdent, au gré de l'opérateur, le caractère ferment.

Or, quelle est, dans les deux circonstances, la différence des conditions d'existence pour les cellules du *mycoderma vini?* Il n'y en a qu'une qui est irrécusable. Dans le premier cas, la vie de la plante a lieu au niveau du liquide, en présence de l'air atmosphérique, ou mieux du gaz oxygène, tandis que, dans le second, elle s'accomplit hors de son influence, ou du moins au contact de quantités d'oxygène extrêmement faibles, parce que celui qui tend à se dissoudre dans le liquide est retenu par la vie des cellules restées à la surface. La vie n'est pas éteinte dans les cellules submergées, le microscope le démontre; mais cette vie se fait, ou mieux se poursuit avec privation d'air, et alors ces cellules provoquent la fermentation.

Je ne parle pas des cas où les spores semées donnent de la vraie levûre de bière; j'y reviendrai ailleurs.

Nous voyons, en un mot, dans cette double expérience : d'un côté, la vie ou la multiplication de cellules, avec absorption et mise en œuvre de gaz oxygène libre et formation d'un volume correspondant de gaz carbonique; d'un autre côté, la continuation de la vie d'une partie de ces mêmes cellules submergées, sans intervention de gaz oxygène, mais avec apparition corrélative des caractères de la fermentation alcoolique, à savoir, un dégagement continu de bulles de gaz acide carbonique et une production d'alcool.

Chose curieuse et assurément remarquable, ces mêmes expériences réussissent avec les moisissures proprement dites. Le *penicilium glaucum,* par exemple, qui vit en présence du gaz oxygène libre et qui dispose de ce gaz autant qu'il en peut consommer pour accomplir tous les actes de sa nutrition et de son développement rapide, ne produit pas du tout d'alcool; mais si, lorsqu'il est en pleine vie, on lui refuse ce gaz, si on le submerge, ou si, vivant à la surface de son substratum, on gêne l'arrivée de l'air atmosphérique, aussitôt la vie de la moisissure, les changements qui s'effectuent dans le plasma de ses spores en germination, de son mycelium, s'accompagnent de la formation de quantités d'alcool et de bulles de gaz acide carbonique, en rapport avec la durée des actes de nutrition de la moisissure dans les nouvelles conditions dont je parle.

La levûre de bière, ce type des ferments, et les autres ferments organisés que j'ai découverts nous apparaissent dès lors comme des plantes ou animalcules qui ne diffèrent des organismes inférieurs

qu'en ce qu'ils ont la faculté de vivre et de se multiplier, à l'abri du contact de l'air, d'une manière plus ou moins régulière et prolongée.

Ne vous semble-t-il pas que le mystère de la fermentation se trouve dévoilé par ces résultats inattendus? Ce que nous appelons ferments organisés sont des organismes qui peuvent continuer pour un temps leur vie et même se régénérer, sans que l'oxygène libre doive nécessairement intervenir pour brûler et mettre en œuvre les matériaux de leur nutrition; des organismes, en d'autres termes, qui peuvent s'assimiler directement des matières oxygénées, le sucre, par exemple, capable de fournir de la chaleur par leur décomposition. Envisagée sous ce point de vue, la fermentation nous apparaît comme un cas particulier d'un phénomène extrêmement général, et on pourrait dire que tous les êtres sont des ferments dans certaines conditions de leur vie, car il n'en est pas chez lesquels on ne puisse momentanément suspendre l'action du gaz oxygène libre. Que l'on frappe de mort par asphyxie, par section de nerfs, etc., un être quelconque, ou un organe dans cet être, ou dans cet organe un ensemble de cellules, la vie physique et chimique ne pouvant être instantanément suspendue se poursuivra, et, si cela a lieu sous la condition de la privation du gaz oxygène libre (intérieur ou extérieur), alors l'être, l'organe, les cellules prendront forcément la chaleur dont ils ont besoin pour les nouveaux actes de nutrition, ou mieux de mutations dans leurs tissus, aux matériaux qui les entourent; dès lors ils les décomposeront, et on verra apparaître le caractère propre des fermentations, si la quantité de chaleur développée correspond à la décomposition d'un poids de la matière fermentescible sensiblement supérieur au poids des matériaux mis en œuvre corrélativement par l'être, par l'organe ou par la cellule.

Les fait suivants vous sembleront, comme à moi, la déduction logique de ces principes.

Vous connaissez le Mémoire si remarquable de M. Bérard, sur la maturation des fruits, chef-d'œuvre de sagacité et vrai modèle de la méthode expérimentale pour l'époque à laquelle il a paru. — Placez un fruit, d'après M. Bérard, dans l'air ou dans le gaz oxygène, il disparaîtra un certain volume de ce gaz, en même temps qu'il y aura formation d'un volume à peu près égal de gaz acide carbonique. Placez-le, toujours d'après M. Bérard, dans le gaz acide carbonique ou dans un autre gaz inerte, il y aura encore formation de gaz acide carbonique en quantité notable comme par une sorte de fermentation, hypothèse admise plus tard par divers chimistes, notamment par MM. Cahours et Frémy.

Voici, à mon sens, la véritable interprétation de ces faits.

Lorsqu'un fruit, et en général un organe quelconque, est séparé de la plante ou de l'animal dont il faisait partie, la vie n'est pas éteinte dans les cellules qui le composent. La maturation des fruits, en dehors de l'arbre qui les portait, en est une preuve palpable. Si l'air est présent, l'oxygène intervient et prend part aux changements qui s'accomplissent dans l'intérieur du fruit. La chaleur est fournie par la combustion qui en résulte, combustion à laquelle le sucre prend sans doute une large part, mais alors la nutrition est de l'ordre de la nutrition du fruit sur l'arbre, de la nutrition ordinaire, de celle qui s'accomplit chez les êtres vivants et qui est caractérisée par cette circonstance, que le poids des matériaux transformés ou mis en œuvre est comparable à celui des matériaux qui servent à l'alimentation. Dans ces conditions, pas plus que dans la vie du *mycoderma vini,* au libre contact de l'air, l'alcool et l'acide carbonique correspondant ne sauraient apparaître que d'une manière accidentelle. C'est alors que, pour un volume d'acide carbonique produit, un volume à peu près égal d'oxygène est consommé. C'est la combustion respiratoire ordinaire.

Que le fruit, au contraire, soit placé dans une atmosphère d'acide carbonique, la vie se poursuit aussitôt, en empruntant à la décomposition du sucre la chaleur dont elle a besoin pour se manifester ; les cellules sont alors dans la condition des cellules des ferments qui vivent en dehors du gaz oxygène libre. C'est le cas des cellules du *mycoderma vini* qu'on vient de submerger. En effet, à peine le fruit est il placé dans le gaz carbonique, qu'avec la rapidité de l'éclair, si l'on peut dire ainsi, du gaz carbonique se produit ainsi que de l'alcool, en faible quantité assurément, mais assez grande cependant pour que, dans une de mes expériences, 24 *prunes de monsieur,* détachées de l'arbre et placées dans le gaz carbonique, m'aient fourni, après quelques jours, 6 grammes d'alcool absolu, en restant fermes, dures, de l'apparence la plus saine, si même quelques-uns de ces caractères ne paraissaient pas sensiblement accrus. Une quantité correspondante de sucre s'était détruite, tandis que 24 prunes pareilles, laissées au contact de l'air, étaient devenues molles, aqueuses, très sucrées.

Les raisins et tous les fruits acides, comme les melons, etc., se comportent de la même manière. J'étendrai cette étude à beaucoup de plantes. Croiriez-vous, par exemple, qu'une feuille de rhubarbe placée dans une atmosphère de gaz carbonique répand, au bout de quarante-huit heures, une odeur un peu vineuse, sans altération apparente et qu'elle donne de l'*alcool* à la distillation !

Je me suis assuré que, dans tous ces phénomènes, la levûre de bière, quand on opère convenablement, ni aucun ferment ne prennent naissance.

Les raisins offrent dans ces expériences une particularité très digne d'attention et qui intéressera vivement les viticulteurs de la Gironde. Tout le monde a remarqué que la vendange, c'est-à-dire le jus des grains écrasés, et ces grains eux-mêmes, pris dans la cuve, ont une saveur et une odeur entièrement différentes de celles du raisin mangé sur pied ou en grappes non écrasées. Eh bien! les grains de raisin qui sortent du gaz carbonique ont exactement le goût et l'odeur de vendange. C'est que, dans la vendange, les grains sont presque soudainement enveloppés d'une atmosphère de gaz acide carbonique. Je ne doute pas que l'étude des phénomènes dont je parle, envisagés dans leurs rapports avec les pratiques de la cueillette du raisin, ne devienne utile à l'art de faire le vin, et je ne serais pas surpris que, par la conservation des raisins en grappes dans une atmosphère d'acide carbonique, pendant un certain nombre de jours, on ne parvienne peut-être à créer des vins et des eaux-de-vie qui offriraient des propriétés spéciales et peut-être avantageuses, commercialement parlant.

Je n'ai pas encore suivi ces idées nouvelles chez les organes des animaux. Il est probable que les phénomènes différeront de ceux que présentent les cellules végétales. Vraisemblablement aussi, les équations de toutes ces fermentations d'une nouvelle espèce différeront, non seulement avec chaque genre de cellules, soit animales, soit végétales, mais, pour les unes et les autres, avec leur nature propre.

Les quelques essais que j'ai tentés sur des organes du règne animal sont trop incomplets pour être mentionnés; mais je pressens déjà qu'une voie nouvelle est ouverte à la physiologie et à la pathologie médicales.

J'espère qu'une vive lumière sera jetée sur les phénomènes de putréfaction et de gangrène.

La production de gaz, en dehors de l'action des ferments, recevra sans doute une explication aussi naturelle que la formation de l'alcool et de l'acide carbonique en dehors de la présence des cellules de levûre alcoolique.

Magin BONET,

Professeur d'analyse chimique à la Faculté des sciences de l'Université de Madrid.

Découverte ou démonstration de la strychnine en petite quantité dans les expertises judiciaires.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

Plusieurs difficultés se présentent dans ces travaux extrêmement délicats. D'abord, il faut bien fixer la méthode qu'on va suivre. La plus avantageuse est sans aucun doute la *dialyse,* parce qu'on isole la plus grande partie de l'alcaloïde à l'état salin, et ensuite, parce qu'on conserve toujours le corps du délit, qui, s'il convient, peut être soumis à une autre méthode.

Mais il faut se garder de travailler avec le produit direct de l'analyse pour y découvrir, par les réactifs, l'alcaloïde qu'on cherche, comme on lit dans les travaux de Graham, et même dans beaucoup de livres qui recommandent la dialyse dans ces cas, entre autres, dans Fresenius *(Analyse chimique)*. La raison en est bien simple : dans la dialyse, s'il y a quelque matière organique en dehors de celle qu'on cherche, on est certain de trouver beaucoup de corps cristalloïdes dans le liquide qui doit contenir la strychnine, entre autres, les phosphates, chlorures et sulfates à bases minérales. En outre, dans ces cas, il traverse encore toujours une certaine quantité de matière colorante. Donc, avant d'employer les réactifs, il faut détruire cette matière colorante et toute autre matière organique qui l'accompagne, et isoler en même temps tous les cristalloïdes autres que l'alcaloïde que l'on cherche. Seulement, après cet isolement et cette destruction, on pourra chercher la strychnine dans le produit qui reste.

La destruction de la *matière organique* en général est, ici, bien plus difficile que la séparation des matières minérales. Je n'ai trouvé d'autre méthode, pour y arriver, que l'emploi de l'acide sulfurique le plus concentré à froid. Cet emploi doit se répéter plusieurs fois, jusqu'à ce que le produit ne se colore plus. Quelque temps après l'emploi de l'acide sulfurique, quand la matière ne se colore plus ou quand la couleur ne devient plus foncée, on étend avec de l'eau, on filtre, on neutralise l'acide sulfurique par l'ammoniaque, on dissout l'alcaloïde avec le chloroforme, on décante ou on sépare avec une pipette la solution chloroformique, on évapore le dissolvant, le

résidu est traité de nouveau par l'acide sulfurique concentré autant de fois qu'il sera nécessaire, jusqu'à ce que le dernier traitement ne colore plus le résidu de l'évaporation du chloroforme.

Quand on travaille avec des matières qui renferment quelqu'un des corps gras, il se présente une difficulté pour arriver à la destruction totale de la matière organique. On remarque que, quand on y ajoute l'acide sulfurique, il y a une coloration qui disparaît en y ajoutant l'eau pour filtrer. Pour isoler donc cette matière organique particulière, je filtre le produit de cette opération sans l'étendre avec de l'eau, employant un filtre d'amiante préalablement bouilli avec l'acide sulfurique lui-même, lavé et calciné, et ensuite mouillé avec ledit acide sulfurique. Je lave encore avec quelques gouttes d'acide sulfurique. C'est de cette manière seulement que je suis arrivé à la destruction complète des matières organiques autres que l'alcaloïde.

Maintenant, pour démontrer, dans le produit ainsi obtenu, la strychnine, il faut encore prendre bien des précautions. Il arrive parfois, et c'est le cas le plus général, qu'on a à travailler seulement avec des traces de produit. Eh bien! si on dissout ces traces dans un acide, sulfurique ou chlorhydrique, si on étend un peu avec de l'eau et si on veut démontrer la présence de l'alcaloïde par les réactifs ordinaires, il est presque certain qu'on ne le trouvera pas, par la raison toute simple que ces réactions se présentent seulement dans des dissolutions concentrées. J'en ai fait l'expérience maintes fois. Si l'on dissout quelques milligrammes de strychnine dans 4 centimètres cubes d'eau, moyennant l'acide sulfurique ou chlorhydrique; si j'ajoute 1 centimètre cube de cette dissolution (que je nommerai n° 1) et 3 centimètres cubes d'eau, je fais une nouvelle dissolution qui sera le n° 2; si je travaille de même pour obtenir une solution de n° 3 et une autre du n° 4, il est évident que, dans celle-ci, il y aura de la strychnine encore, mais dans une telle quantité qu'on ne la découvre pas par les réactifs ordinaires. La saveur amère si prononcée et si caractéristique de la strychnine ne peut plus se reconnaître dans les solutions très étendues.

Alors, la méthode que je suis est celle de Letheby, ou bien encore je concentre un peu de liquide; si j'en ai très peu de celui-ci, je l'évapore à siccité au bain d'eau, je verse dans la capsule où se trouve le reste de l'évaporation un peu (quelques gouttes seulement) d'une solution de bichromate de potasse très étendue d'eau, de sorte que sa couleur soit comme celle de la solution du chromate neutre: je décante la capsule, de sorte que les gouttes (pas plus) de cette dissolution mouillent l'endroit où finit l'évaporation; on laisse ainsi

quelques minutes; on verse ensuite la dissolution du bichromate, on essuie la capsule avec du papier de filtre dans sa partie supérieure, sans arriver au fond; on verse une ou deux gouttes d'acide sulfurique dans cette capsule, et on l'incline en sorte que cet acide arrive peu à peu à l'endroit où avait fini l'évaporation du liquide soupçonné; au même instant où l'acide mouille cette place, si la strychnine existe, il se présente une couleur violette foncée qui est bientôt remplacée par une autre rouge, ensuite jaune foncé, et enfin jaune clair.

Je pourrais faire beaucoup de remarques encore sur les lignes qui précèdent, écrites à la hâte; mais je n'ai pas du tout le temps. Je prie donc mes chers collègues de bien vouloir suppléer ce qu'il y manque, et même d'excuser les défauts inévitables lorsqu'on écrit dans une langue étrangère....

M. LECOQ de BOISBAUDRAN.

Relations entre le poids des molécules et la composition de la lumière qu'elles émettent.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

M. Lecoq de Boisbaudran dit quelques mots de sa théorie des spectres lumineux. Il pense avoir découvert l'existence de rapports simples entre les masses des molécules vibrantes et les longueurs d'onde des raies spectrales produites. Il a comparé entre eux les spectres de corps de même série chimique et a examiné l'effet produit sur le spectre d'un sel par la substitution, soit du métal, soit du métalloïde. Il fait ensuite remarquer combien le spectre d'une même substance peut varier suivant les conditions physiques de l'expérience, et il en cite quelques exemples.

Dr MACÉ,

Professeur à l'École de médecine de Rennes

Résumé d'un mémoire sur les fermentations.

(Présenté dans la séance du 12 Septembre 1872.)

Les fermentations sont des actes corrélatifs de la vie et de la reproduction des ferments (Pasteur); ou plutôt elles sont l'effet d'un phénomène physiologique, phénomène de nutrition appartenant aux ferments. — Quelquefois et accidentellement, les produits ordinaires des fermentations dérivent d'un ébranlement moléculaire qui, par-

tant de la substance protéique en décomposition, se présente sur les substances neutres. — Ou bien ces mêmes produits sont le résultat d'une espèce différente de fermentation, ou trop active ou trop faible. Ainsi je rapporterais à ces deux derniers cas l'élaboration d'une certaine quantité d'alcool pendant la préparation de l'acide lactique, et la transformation de la glycérine en alcool en présence d'une membrane animale qui se putréfie.

Le rôle des ferments consiste à faire subir aux corps neutres plusieurs transformations successives jusqu'à ce que ceux-ci puissent être réintégrés sous des formes chimiques très simples dans la nature minérale. — Souvent l'action des mêmes agents s'arrête à ébranler considérablement la constitution chimique des substances neutres, de façon à rendre plus facile et plus prompte l'action ultérieure et désorganisatrice de l'oxygène.

La base de l'alimentation des ferments est toute substance protéique. Une nourriture végétale convient particulièrement au ferment végétal; une nourriture animalisée convient au ferment animalcule.

Trois conditions sont nécessaires au développement des ferments : l'humidité, la chaleur, l'air. Lorsque l'une de ces conditions manque, la fermentation n'a pas lieu.

Le contact d'une seule bulle d'air suffit pour déterminer le mouvement de décomposition dans un milieu d'ailleurs convenablement disposé. Mais la fermentation est d'autant plus active et plus prompte que la quantité d'air est plus considérable. (Voir les expériences du *mémoire*.)

L'air qui a été calciné est constamment impropre à déterminer tout mouvement de décomposition dans un milieu quelconque (Pasteur); et cela pour deux raisons : d'abord les germes ferments qu'il contenait ont été détruits par la chaleur; ensuite l'oxygène est passé sous la même influence à un état passif particulier.

L'air qui n'a pas été calciné, mais que l'on a dépouillé au moyen de corps chimiques (soit acide sulfurique, soit potasse) de tout germe ferment, conserve ses propriétés électives; c'est-à-dire qu'il peut comburer les éléments de la matière organique et, par suite, provoquer dans les milieux protéiques le phénomène des fermentations. Mais dans ce cas les germes ferments appartiennent à l'organisme même de la matière soit animale, soit végétale. Ils y pénètrent de l'air par l'acte de l'alimentation des êtres, ou bien ils sont élaborés par la force vitale d'après des lois spéciales. — Jamais et par raison d'impossibilité, ils ne sont engendrés spontanément. (J'appuie ces données sur des considérations et des faits qui m'ont paru d'une grande importance et que j'ai consignés dans mon *mémoire*.)

Deux agents principaux concourent à appeler à l'exercice de leur vie les germes ferments de l'organisme, lorsque la force vitale s'est éteinte : ce sont l'oxygène et probablement l'azote. — L'oxygène s'attaque particulièrement aux éléments de la substance pour lesquels il a le plus d'affinité, et par cet acte de combustion, met à nu les germes ferments. De plus, l'ébranlement qui résulte de la combinaison chimique, et qui pénètre peu à peu toute la matière, le conctact de l'azote, cet élément de la mort, saisit, éveille ces derniers; et dès lors passant de la passivité à l'activité, ils germent, vivent et se reproduisent.

Le sucre de canne, dans la fermentation alcoolique, est transformé en glucose, par une espèce d'eau sûre, *sécrétée ou non* par le ferment. Celui-ci, qui est un végétal, se développant par une espèce de bourgeonnement, n'agit qu'au contact du sucre interverti : d'un phénomène physiologique, phénomène de nutrition partant de la levûre, dérivent les produits de la fermentation.

Avec la disparition du sucre ou de la substance protéique minérale, s'arrête nécessairement la production de l'alcool; mais, dans les cas les plus ordinaires, la fermentation alcoolique est entravée par un excès, dans le milieu, du liquide spiritueux, d'après un principe qui, parce qu'il ne souffre nulle part d'exception, me semble être une loi de la nature. Ce principe peut être formulé ainsi : « Quand un milieu, où s'accomplissent les phénomènes de la vie d'une ou de plusieurs espèces d'êtres organisés, se trouve saturé par le produit qui en résulte, il devient impropre à la continuation de la vie de ces mêmes êtres; et les phénomènes vitaux primitifs s'éteignent ou bien se modifient; et les métamorphoses du milieu cessent d'être les mêmes. »

Il est même à remarquer qu'un excès d'acide carbonique diminue ou même arrête le phénomène de la fermentation alcoolique. C'est sans doute encore comme conséquence de ce principe que l'alcool concentré et le vinaigre s'opposent, par leur contact, à la putréfaction des substances : produits de la décomposition des corps neutres, ils semblent dans cette circonstance, vis-à-vis des substances qu'ils protègent, avoir devancé et entravé la nature dans son œuvre désorganisatrice.

La fermentation acide qui suit la fermentation alcoolique est un phénomène de combustion lente exercée par l'oxygène de l'air sur l'alcool, sous la direction de la plante mycodermique. *(Voir mes expériences)*.

7e SECTION.

Météorologie et Physique du Globe.

Président : M. MARIÉ-DAVY, directeur de l'Observatoire de Montsouris.
Secrétaire : M. LINDER, ingénieur des mines à Bordeaux.

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES.

Séance du 6 Septembre 1872.

La Section procède à l'élection de son Bureau; elle nomme *président,* M. MARIÉ-DAVY, directeur de l'Observatoire de Montsouris, et *secrétaire,* M. LINDER, ingénieur des mines à Bordeaux.

M. le Président, après avoir remercié ses collègues, expose le système général adopté à l'Observatoire qu'il dirige, pour les observations de météorologie et de physique du globe; il dépose sur le bureau quelques spécimens des cartes destinées à former, par leur réunion, l'atlas annuel dont l'Observatoire prépare la publication. Il fait remarquer que si ces spécimens laissent encore à désirer au point de vue de la netteté, ils sont cependant de nature à donner l'espoir que l'on pourra bientôt obtenir des cartes d'un type et d'une exécution vraiment satisfaisants.

M. Marié-Davy trace ensuite en quelques mots le programme qu'il propose d'adopter pour les travaux de la Section; ce programme, qu'il a préparé d'avance, comprend la série des questions posées par MM. le Dr C. Bruhns, Dr H. Wild, Dr C. Jelinek, dans l'invitation qu'ils ont adressée aux météorologistes de se réunir en assemblée générale à Leipzig; il y a joint quelques questions spéciales à la France.

La Section adopte la proposition et décide qu'elle traitera les questions qui figurent au programme de M. Marié-Davy, dans l'ordre qu'il a indiqué.

1re QUESTION. — *Est-il nécessaire d'introduire pour toutes les observations météorologiques les mêmes unités de mesure dans tous les pays, ou suffit-il d'établir certaines règles pour la réduction des mesures employées dans les différents pays?*

M. Marié-Davy développe ses idées à ce sujet. Il est incontestable que l'uniformité des mesures est le but vers lequel doivent tendre les obser-

vateurs de tous les pays; mais, fût-elle acceptée en principe, sa réalisation complète exigerait bien certainement un temps assez considérable. Il paraît donc nécessaire d'adopter immédiatement des règles pour la réduction des diverses mesures à un même type, et d'effectuer cette réduction dans les publications ayant un caractère international. Toutes les observations d'un même pays, publiées dans les recueils locaux, n'ont pas besoin, au même degré, d'être introduites régulièrement et au cours du temps dans la science générale. Celle-ci doit s'appuyer d'abord sur un nombre limité de stations bien choisies, convenablement pourvues, et dont les observations soient mises sans retard à la disposition de tous les météorologistes, dans un état de préparation qui en rende l'emploi facile. Il n'y a pas d'inconvénient à ce que, pour le moment, les détails de la science soient encore laissés aux soins exclusifs des météorologistes de chaque pays; en attendant, les avantages incontestables de l'uniformisation des mesures apparaîtront de plus en plus, et la transformation qu'elle nécessitera s'effectuera sans trop d'efforts.

La Section s'associe aux idées développées par M. Marié-Davy et adopte sans réserve ses conclusions.

2e QUESTION. — *Quelle est la meilleure construction pour les baromètres des stations de second ordre? Peut-on admettre pour ces stations l'usage des baromètres anéroïdes?*

Les membres de la Section expriment tous l'opinion qu'il convient de ne faire usage que de baromètres à mercure dans les stations météorologiques situées en terre ferme.

M. Marié-Davy fait remarquer à ce sujet qu'on peut, sans inconvénient, simplifier le baromètre de Fortin (qui, selon lui, doit rester le baromètre type), de manière à en diminuer le prix. Il existe déjà de bons baromètres à cuvette mobile, gradués sur verre, dont le prix ne dépasse pas 35 à 40 francs; il en est qui sont à une seule lecture, avec échelle graduée sur verre ou sur cuivre; M. Baudin vient d'en construire un, paraît-il, d'une forme nouvelle, que ce constructeur dit très précis et dont le prix serait également peu élevé. Toutefois, le principe de la construction du baromètre de Fortin n'est pas le seul acceptable; il convient, au contraire, de laisser libre carrière aux efforts des constructeurs; mais M. Marié-Davy considère comme essentiel qu'il y ait dans chaque pays au moins un établissement central muni d'un baromètre normal rigoureusement comparé à ceux des autres établissements similaires, et que l'Observatoire central de chaque région soit chargé d'examiner et de vérifier les baromètres à mercure construits dans ou pour la région.

Un membre trouve que l'on ne pousse pas assez loin l'approximation des hauteurs barométriques. Le baromètre de Fortin, lorsqu'il est muni d'un vernier qui donne directement le dixième de millimètre, permet en outre à l'observateur d'apprécier la hauteur barométrique à 1 centième

ou au moins à 2 centièmes de millimètre près. Il semble dès lors que la lecture de cette hauteur doive être poussée aussi loin que le permet l'instrument, pourvu qu'il ait été comparé avec un baromètre étalon et que l'on soit exactement fixé sur la correction à faire à chaque observation.

Sur la proposition de M. Belime, la Section émet le vœu que, pour la France, l'inspecteur général des stations météorologiques vérifie sur place tous les baromètres à mercure des stations françaises et fasse connaître leur correction.

Abordant la question des baromètres anéroïdes, M. Marié-Davy fait remarquer qu'ils présentent deux graves défauts : le premier, qui consiste dans le déplacement de son zéro au bout d'un certain temps, soit graduellement, soit accidentellement; un second, résultant de l'incertitude de sa correction thermométrique. On ne doit donc en faire usage que comme indicateur du temps; à ce point de vue, on ne saurait trop en recommander et en répandre l'usage.

Séance du 7 Septembre 1872.

La Section aborde la troisième question de son programme.

3e QUESTION. — *Quelle installation faut-il adopter généralement pour les thermomètres, afin qu'ils indiquent la véritable température de l'air?*

M. Belime appelle l'attention de ses collègues sur l'extrême difficulté de cette question et sur la nécessité de continuer des pratiques diverses jusqu'à ce que l'on soit arrivé à une solution tout à fait satisfaisante. Cette solution sera-t-elle unique? Ce n'est pas à supposer. La science pure a, sans doute, raison de chercher à connaître la température de l'air, abstraction faite des influences qui modifient sans cesse cette température; mais celle qui a en vue des résultats pratiques doit, au contraire, ce semble, observer la température telle qu'elle se manifeste réellement. Or, pour obtenir cette température, il est évident que les thermomètres doivent être placés dans l'air tout à fait librement et de telle sorte que toutes les influences qui agissent sur l'air se fassent aussi sentir aux thermomètres. A ce point de vue, les abris dont on recouvre généralement ces instruments sont des obstacles qui empêchent que l'on obtienne et que l'on connaisse les températures réelles. Il y aurait donc lieu, suivant M. Belime, de placer les thermomètres dans des conditions telles qu'ils fussent assujétis à toutes les influences modificatrices de la température. Pour obtenir la température d'un lieu atmosphérique donné, il serait en outre nécessaire d'y installer plusieurs appareils thermométriques, en nombre suffisant pour occuper les diverses parties de l'espace dont on voudrait faire l'étude.

M. Linder objecte que les observations thermométriques, pour donner des résultats vraiment utiles, doivent être comparables; le système pro-

posé par M. Belime non seulement ne remplirait pas le but, mais encore le remplirait beaucoup moins convenablement que les méthodes d'observation si variées, dont on se sert actuellement. Ce qu'il importe de connaître par les observations de température dans les différentes régions du globe, ce n'est pas la chaleur absorbée par le thermomètre sous l'influence de l'air qui l'entoure et du rayonnement solaire direct, mais celle de l'air, abstraction faite du rayonnement. Cette température peut se déterminer en toutes circonstances et dans des conditions qui rendent parfaitement comparables les résultats obtenus, tandis que les indications des thermomètres suspendus à l'air libre, alors même que la température de l'air reste la même, varient considérablement selon que le ciel est pur ou couvert de nuages, selon l'exposition des appareils, etc. M. Linder reconnaît, toutefois, qu'il pourrait être utile d'établir, concurremment avec l'installation type, un ou plusieurs thermomètres libres, qui serviraient à étudier l'influence des circonstances *locales* sur la température d'un endroit déterminé.

M. Souberbielle partage l'opinion de M. Linder au sujet de la nécessité d'installer les thermomètres dans des abris. Selon lui, l'on devrait, dans toutes les stations, avoir soin de blanchir la surface supérieure de l'abri à double toit et de noircir les trois autres. Cette précaution importante est négligée dans quelques stations.

M. Marié-Davy constate l'extrême difficulté de la question soumise à la discussion. Ainsi que cela a été dit tout à l'heure, l'installation des thermomètres dans les différentes stations est des plus variées, et chaque installation conduit à des résultats différents; mais il convient d'ajouter que les différences portent sur les températures extrêmes bien plus que sur les moyennes. Généralement, en France, on préfère abriter les thermomètres sous un double toit incliné vers le Midi et d'une étendue d'un mètre carré environ ; on les éloigne des constructions, et le sol, dont ils sont distants de 2 mètres environ, est gazonné. A l'étranger, on préfère souvent les renfermer dans des caisses dont les parois sont formées de persiennes ou de vénitiennes. On substitue alors aux radiations du ciel et du sol celles de la caisse elle-même. Dans l'état actuel des choses, il paraît difficile de demander aux météorologistes des divers pays l'adoption immédiate d'un procédé thermométrique uniforme. Il faut au préalable mettre en lumière les avantages et les inconvénients de chaque méthode au moyen d'expériences faites simultanément par les divers procédés. Cette tâche incombe aux observatoires nationaux, et, si l'examen est commencé dès aujourd'hui, les météorologistes, apportant au Congrès de Vienne les résultats obtenus par eux, pourront aborder la question avec espoir de la résoudre. Il ne faut pas d'ailleurs se préoccuper seulement de l'avenir : il faut songer au passé et aux longues séries d'observations qu'il nous a léguées. Il importe, à ce point de vue, de déterminer exactement la correction propre à chaque mode d'installation des thermomètres.

La Section se range à cette opinion.

4e Question. — *Quels sont les meilleurs thermomètres à maxima et à minima ?*

M. Marié-Davy expose ainsi son opinion :

Les thermomètres à minima de Rutherford, à alcool incolore, gradués sur tige et comparés dans l'obscurité avec un bon thermomètre à mercure, sont de bons instruments pouvant faire un long service.

Le thermomètre à maxima, dit de Walferdin, est à peu près irréprochable quand il est en expérience. Il a l'inconvénient de se déranger facilement quand on l'expédie d'un lieu à un autre. Il peut, il est vrai, être remis très facilement en état; mais cette petite opération, quelque simple qu'elle soit, exige cependant une certaine pratique et demande au moins qu'on l'ait vu faire par un praticien ; aussi préfère-t-on souvent aux Walferdin les thermomètres à maxima de Negretti et Zambra, qui n'ont pas de chambre thermométrique, et dont, par suite, le mercure ne quitte jamais les réservoirs pendant les transports. Par contre, ce thermomètre pistonne souvent, c'est-à-dire que sa colonne marche par sauts d'un à deux dixièmes de millimètre, et d'autre part la vérification de son zéro est assez incertaine entre des mains qui ne sont pas très exercées. A l'Observatoire de Paris, on n'emploie que le thermomètre à maxima système Walferdin, en concurrence avec le thermométrographe de Six qui, malgré ses défauts, est conservé pour son ancienneté. Dans les observatoires des départements, on emploie le Negretti toutes les fois que le thermomètre doit être expédié par les voies ordinaires, mais la tendance est de lui substituer le thermomètre Walferdin.

M. Belime partage l'opinion de M. Marié-Davy au sujet des défectuosités des thermomètres à maxima et à minima en usage. Il croit qu'il serait nécessaire de stimuler les efforts des constructeurs en vue d'obtenir des appareils de cette nature plus sûrs et d'une observation plus facile que ceux actuellement usités; mais tels qu'ils sont, les thermométrographes de Six sont pour lui des instruments très commodes et d'un emploi suffisamment exact pour les observations qui n'exigent pas une grande précision.

5e Question. — *Quels instruments faut-il employer pour mesurer l'intensité du rayonnement et comment rendre les résultats comparables?*

M. Marié-Davy résume comme il suit la réponse qu'il propose de faire à cette question :

On ne connaît jusqu'à présent qu'un seul instrument pouvant mesurer exactement l'intensité du rayonnement diurne et nocturne : c'est la pile de Melloni, fonctionnant avec une boussole à une seule aiguille, et dont la graduation est obtenue en disposant en avant de ses deux faces des surfaces noircies au noir de fumée et de températures connues. L'une de ces surfaces reste toujours en place, tandis que la face libre de la pile reçoit directement l'action des radiations qu'on veut mesurer. Mais c'est

là un appareil de laboratoire dont l'usage est limité à un petit nombre d'observateurs : ce n'est pas un instrument d'observation courante.

Le pyrhéliomètre de Pouillet ne peut être employé qu'à la mesure des radiations directes du soleil; il en est de même de l'actinomètre du R. P. Secchi, qui n'accuse d'ailleurs que les rayons transmissibles au travers du verre, si sa caisse est fermée antérieurement par une lame de verre, ou qui, dans le cas contraire, est influencé par l'agitation de l'air.

Le thermomètre noir, placé dans un tube de verre vide d'air, a l'avantage d'être d'une lecture aussi courante que le thermomètre ordinaire, et de donner les radiations provenant de l'ensemble du ciel. Il doit donc le *voir* tout entier : toute partie du ciel qui lui est masquée produit une diminution dans le résultat total. M. Marié-Davy pense qu'il serait nécessaire de placer à côté du thermomètre noir dans le vide un thermomètre ordinaire également dans le vide. Les dimensions de ces instruments influent un peu sur leurs indications; il convient donc de les comparer à l'avance avec un étalon, ou mieux avec les données fournies par la pile thermo-électrique, afin de déterminer leur constante.

Les thermomètres dans le vide ne peuvent pas servir à mesurer les radiations nocturnes; la chaleur obscure traversant mal le verre, c'est l'enveloppe seule qui rayonne, et l'on retombe dans les inconvénients que présentent les thermomètres sans enveloppe : l'agitation de l'air modifie leurs indications. La pile thermo-électrique, à indications à peu près instantanées, est seule efficace; elle seule, dit M. Marié-Davy, doit servir de repère et d'instrument type pour donner les corrections des instruments d'observation courante, et pour faire connaître le degré de confiance que méritent leurs indications.

La Section adopte cette conclusion, ainsi que les réponses suivantes proposées par le Président aux questions sixième et septième.

6e Question. — *Comment et à quelle profondeur faut-il instituer les observations de la température du sol?*

La question est double.

Au point de vue général de la Physique du globe, il faut descendre aussi profondément que les ressources budgétaires le permettent, à 30, 40, 50 mètres et plus si on le peut, et suivant la nature du terrain. Le thermomètre électrique de M. Becquerel paraît seul applicable dans ce cas. Il serait à désirer qu'un système de ces appareils fût installé dans chacune des principales régions géologiques, du Nord au Midi de l'Europe.

Au point de vue de la Météorologie proprement dite, il suffit d'un thermomètre posé sur la surface même du sol, et d'autres placés aux profondeurs qu'atteignent soit le soc de la charrue, soit les racines des plantes. A un mètre de profondeur les thermomètres à tige extérieure et à lecture directe exigent déjà des corrections difficiles, à moins qu'elles ne soient fournies par une seconde tige sans réservoir et graduée comme

un thermomètre. Du reste, les températures du sol superficiel varient beaucoup suivant sa nature, et l'on n'obtient que des indications spéciales à cette nature bien plus qu'au climat : elles doivent donc être multipliées.

7e Question. — *Quelles sont les meilleurs instruments pour déterminer l'humidité de l'air? Est-ce que le psychromètre suffit, ou peut-on admettre aussi l'hygromètre à cheveu, et dans quelles conditions ?*

Le psychromètre est un instrument bon, sinon absolument bon, dans la saison chaude ou dans les pays chauds. Pendant les froids de l'hiver, il manque de sensibilité et devient inférieur à l'hygromètre à cheveu le plus médiocre.

L'hygromètre à cheveu, tel qu'on le construit actuellement, est un instrument peu sûr; le cheveu est tiraillé par une charge trop lourde, surtout quand le temps revient vers le sec, et, par suite, il s'altère rapidement. Arago avait remédié à cet inconvénient, en employant trois cheveux réunis à leur extrémité inférieure sur la même poulie, et fixés par leur extrémité supérieure aux bouts de petits leviers, qui permettraient de compenser leur inégal allongement. Ce système très simple permettrait de revenir à un instrument que le psychromètre ne peut remplacer dans tous les cas.

Sur ce point, comme sur tous les autres, il serait nécessaire que, dans chaque pays, les instruments employés fussent soumis à un contrôle régulier qui maintînt la comparabilité de leurs indications. Le meilleur procédé de contrôle pour l'hygrométrie est toujours l'analyse chimique dans les laboratoires convenablement pourvus, ou bien l'hygromètre à condensation de M. Regnault, dans lequel le godet d'argent peut être remplacé par un tube mince en verre bleu noir.

Séance du 9 Septembre 1872.

M. le Président met en discussion la huitième question du programme.

8e Question. — *Comment arriver à l'uniformité dans la désignation des vents? Convient-il de calculer la direction moyenne d'après la formule de Lambert? Faut-il tenir compte, pour la rose des vents, des faibles brises dont la force est notée par zéro?*

Comme préliminaire à ces questions, M. Belime croit qu'il serait nécessaire d'examiner deux points qui ne lui paraissent pas suffisamment déterminés :

1° A quelles hauteurs le vent doit-il être observé?

2° Suffit-il d'observer les mouvements horizontaux de l'air?

Sur le premier point, des observations presque quotidiennes, pour-

suivies pendant plusieurs années, ont fait voir à M. Belime que, très souvent, le vent qui rase le sol diffère, plus ou moins sensiblement, de celui qui souffle à une hauteur d'environ trente mètres; que ces vents paraissent réagir l'un sur l'autre, et qu'en général l'inférieur, lorsqu'il a un mouvement différent de celui qui souffle au-dessus de lui, annonce plus ou moins à l'avance la direction que va prendre ce dernier. Presque toujours la divergence du mouvement des couches d'air à différentes hauteurs détermine des modifications dans l'état du temps; l'observation du vent à différents niveaux est donc d'un grand intérêt, et il y a lieu de recommander aux météorologistes d'observer les mouvements de l'air à diverses hauteurs, et de faire connaître exactement les hauteurs auxquelles leurs observations s'appliquent.

En ce qui concerne le second point, il paraît probable que la plupart des courants d'air, dont les girouettes n'indiquent que la direction dans le plan horizontal, ont réellement une direction oblique, ascendante ou descendante; en tous cas, il se produit par moments des courants verticaux plus ou moins rapides, les uns s'élevant du sol, les autres s'en rapprochant. Il y aurait un très grand intérêt à connaître la direction et l'intensité de ces mouvements, dont l'influence générale est très considérable, car ils déterminent la plupart des phénomènes locaux.

M. Belime pense, en conséquence, qu'il importe de rechercher des appareils propres à manifester et à indiquer les mouvements de l'air avec leurs directions réelles, soit des banderolles légères, soit des ballons captifs ou des plumes, etc. Les grands observatoires devraient, en outre, établir des stations à des hauteurs aussi grandes que possible, et tous noter avec soin, non seulement la durée de chaque vent, mais encore la manière dont chaque changement de direction s'opère.

Faut-il tenir compte, pour la rose des vents, des faibles brises? Dans l'opinion de M. Belime, il faut se garder de les négliger, tous les mouvements de l'air ayant, en météorologie, une importance capitale; suivant lui, les faibles brises paraissent être les mouvements des temps calmes, c'est-à-dire probablement des courants réguliers; en les omettant, on créérait dans les éléments d'étude une lacune fort regrettable.

M. Marié-Davy fait remarquer que M. Belime n'a abordé qu'une partie de la huitième question, qu'il va discuter complètement. Seize rumbs lui semblent préciser d'une manière suffisante la direction des vents. Quant à leur vitesse, il est à désirer que l'usage des anémomètres se généralise. Les anémomètres de Robinson, munis d'un simple compteur kilométrique formé d'un assemblage de roues dentées qu'on lit aux heures d'observation courante, sont d'un prix peu élevé et donnent, avec une approximation suffisante, la vitesse moyenne du vent dans l'intervalle des observations. S'ils sont installés dans un lieu bien découvert, il n'est pas nécessaire de les placer à une très grande hauteur; mais il conviendrait que, dans les principaux observatoires, ainsi que l'a proposé M. Belime, plusieurs de ces instruments fussent étagés à des hauteurs variables, pour mieux déterminer la variation des

vitesses du vent, depuis la surface de la terre jusqu'aux régions accessibles les plus élevées de l'atmosphère. Une interprétation erronée de la loi de transmission des vitesses d'une couche à l'autre a donné lieu, en France, à des accidents regrettables. Deux de ces instruments sont installés ou près d'être installés à l'observatoire de Montsouris : l'un, dû à M. Deville, est placé au sommet d'un mât d'une hauteur de 29 mètres; un second sera placé à 3 mètres seulement au-dessus du sol, à une assez grande distance de tout obstacle à la progression de l'air.

A la direction moyenne du vent calculée par la formule de Lambert, M. Marié-Davy préférerait les roses des vents avec intervention des vitesses, mais il ne ferait aucune difficulté à admettre les deux systèmes, si l'on en exprimait le vœu.

En ce qui concerne les brises faibles, M. Marié-Davy ne partage pas l'opinion exprimée par M. Belime. Là où la vitesse est évaluée par un anémomètre, il lui semble que le vent noté zéro ne doit pas être compté. Les très faibles brises sont, en général, toutes locales et accusent plutôt des mouvements de verticalité importants à étudier, que des mouvements de transport horizontal.

9e QUESTION. — *Quelle échelle faut-il adopter là où la force du vent n'est pas mesurée, mais seulement estimée?*

M. Souberbielle considère comme très important d'adopter, pour estimer la force du vent, une échelle qui soit partout la même; il préférerait celle de zéro à 9.

M. Marié-Davy, au point de vue des transmissions télégraphiques, partage l'avis du préopinant et adopte l'échelle de 0 à 9 au maximum, qui est celle de la marine française. Pour la construction des cartes, l'échelle généralement admise est moins étendue et bornée à 7 degrés, de 0 à 6, réduction à moitié de l'échelle anglaise; mais il n'y aurait aucun obstacle sérieux à l'adoption d'une échelle moins réduite.

L'échelle décigrade paraît à M. Belime réunir tant d'avantages, qu'il lui semble qu'on ne saurait hésiter à l'adopter; avec cette échelle, les transmissions télégraphiques elles-mêmes pourraient se faire au moyen d'un seul chiffre ou signe; il suffirait, pour cela, de convenir d'un signe, un X, par exemple, qui remplacerait le nombre 10.

M. Linder fait remarquer que cette échelle ne serait plus d'accord avec les observations, le degré inférieur de l'échelle devant correspondre à l'absence de vent; le nombre 1, considéré comme degré inférieur de l'échelle décigrade, serait un véritable contre-sens. Il opine, en conséquence, pour l'échelle de 0 à 9, tant pour la correspondance télégraphique que pour la construction des cartes.

10e QUESTION. — *Convient-il d'introduire de simples compteurs pour*

déterminer la vitesse des vents? Quelles unités faut-il employer pour la détermination de cette vitesse?

La Section se range à l'opinion suivante de M. Marié-Davy :

Des compteurs seraient d'une grande utilité.

Si l'on ne peut immédiatement employer dans tous les pays la même unité, il est à désirer que l'uniformité soit du moins introduite dans les publications ayant un caractère international.

11e QUESTION. — *Quelles seraient la meilleure forme, grandeur et exposition pour les pluviomètres? A quelle heure convient-il de mesurer l'eau tombée?*

M. Belime voudrait que, pour les pluviomètres comme pour les thermomètres, l'on employât des dispositions diverses, dont on comparerait les résultats et les avantages, jusqu'à ce qu'on fût arrivé à une méthode tout à fait satisfaisante. Il désirerait, en outre, que les pluviomètres fussent disposés de manière à permettre l'observation exacte et facile de la température des météores aqueux au moment de la pluie. D'après lui, l'on devrait mesurer l'eau tombée deux fois au moins par jour, savoir : au lever du soleil, pour connaître la quantité d'eau tombée pendant la nuit, et au coucher du soleil, pour mesurer la hauteur de l'eau tombée pendant le jour. Si l'on ne pouvait mesurer l'eau qu'une fois par jour, il conviendrait que ce fût au lever du soleil pour obtenir la quantité de pluie, de neige, etc., tombée pendant la journée et la nuit précédente.

M. Marié-Davy fait observer qu'on possède de fort bons types d'udomètre, et que sous ce rapport il ne reste pas beaucoup à modifier. Le plus simple et le plus répandu en France est l'udomètre de l'Association scientifique, dont l'entonnoir circulaire a une surface de 4 décimètres carrés. A l'observatoire de Montsouris, le vase destiné à recueillir l'eau est installé dans un pot enfoncé dans le sol, de manière que les bords de l'entonnoir soient à peu près à la hauteur moyenne du gazon, à 10 ou 12 centimètres au-dessus du sol nu, sur un terrain bien découvert. Dans les écoles normales et dans les stations analogues, on emploie l'udomètre de Babinet, renfermé dans une caisse en bois, dont le fond supérieur est formé par l'entonnoir, de telle sorte que, en y plaçant une veilleuse dans l'hiver, la neige adhère à l'entonnoir et fond à mesure qu'elle est reçue. Le sommet de l'instrument est alors à 2 mètres environ au-dessus du sol.

A l'Observatoire, on lit le pluviomètre à toutes les heures d'observation; mais, dans les relevés mensuels, toute l'eau tombée jusqu'à sept ou huit heures du matin est réunie à la pluie de la veille.

M. Raulin pense que l'on devrait, autant que possible, faire la lecture du pluviomètre à six heures du matin et à six heures du soir, afin d'obtenir séparément la pluie du jour et la pluie de la nuit; la période diurne comprendrait alors le jour et la nuit suivante et porterait la date

du jour. Il ne trouve pas rationnel l'usage qui s'établit de faire la lecture à neuf heures du matin, et surtout de rapporter au quantième de ce jour l'eau tombée depuis la veille, à neuf heures du matin, c'est-à-dire pendant le jour et la nuit qui ont précédé le quantième dénommé.

12e Question. — *Importe-t-il de compter séparément les jours de pluie ou de neige?*

La Section répond affirmativement.

13e Question. — *Faut-il distinguer le grésil d'avec la grêle?*

La Section est de cet avis, la pluie, la neige, le grésil et la grêle étant autant de signes distincts de l'état de l'atmosphère, faciles à noter au moyen de conventions indépendantes de la diversité des langues.

14e Question. — *Faut-il compter le nombre des orages ou seulement indiquer le nombre des jours d'orage? Comment tenir compte des éclairs de chaleur?*

Sur le premier point, M. Marié-Davy croit qu'il faut faire l'un et l'autre; sur le second, il fait remarquer que l'observation régulière des orages, en France, a montré que le tonnerre ne se fait pas entendre au delà de cinq ou six lieues, tandis que les éclairs peuvent être aperçus à plus de trente lieues. Les éclairs dits de chaleur sont donc généralement le signe d'orages lointains; à ce titre, on devrait les signaler en désignant la région de l'horizon où ils paraissent.

M. Linder rappelle, à cette occasion, qu'on voit se produire quelquefois, par un ciel à peu près serein, un éclair isolé presque immédiatement suivi d'un violent coup de tonnerre. Ce n'est pas évidemment un orage, et cependant il semble qu'il y aurait utilité à signaler ce phénomène encore inexpliqué, toutes les fois qu'il a lieu, afin d'arriver à en connaître les causes.

15e Question. — *Quel évaporomètre peut-on recommander pour la mesure de l'évaporation, et quelle exposition faut-il lui donner?*

M. Marié-Davy dépose sur le bureau un évaporomètre Piche, instrument d'une extrême simplicité et d'un emploi très facile, qui consiste en un tube barométrique gradué, rempli d'eau et fermé à sa base par un disque de papier. Sa surface évaporatoire est constante. Le savant directeur de l'observatoire de Montsouris a expérimenté cet appareil; il a remarqué que la couleur du papier influe, d'une manière très marquée, sur les résultats quand on opère au soleil; à l'ombre, les différences diminuent beaucoup; les nombres qu'on obtient avec les disques de papier blanc sont presque les mêmes, qu'on opère au soleil ou à l'ombre. C'est

cette dernière méthode que l'on suit à l'Observatoire de Paris, où l'on est disposé du reste à installer concurremment des évaporomètres conformes à ceux qui sont adoptés dans les divers observatoires, et autant que possible dans des conditions identiques, afin de comparer leurs indications. M. Marié-Davy pense que des expériences comparatives seraient à entreprendre, au moins d'une manière temporaire, avec tous les instruments de météorologie en usage dans les principaux observatoires, afin de déterminer quels sont les meilleurs appareils, ou, s'il y a lieu, les corrections à apporter à leurs indications pour les rendre comparables.

16e QUESTION. — *Comment évaluer et désigner la quantité de nuages? Serait-il utile d'introduire, pour l'état du ciel, pour les hydrométéores, etc., des signes généralement compréhensibles et indépendants des différentes langues?*

M. Belime insiste fortement pour l'emploi des notations décimales dans ces évaluations.

M. Marié-Davy objecte que l'emploi des dixièmes du ciel clair ou couvert exigerait l'usage de deux chiffres, ce qui, pour les transmissions télégraphiques, serait un inconvénient.

M. Belime répond que l'objection est facile à lever; il suffirait, en effet, comme il l'a déjà indiqué pour la neuvième question, de convenir que dans les transmissions télégraphiques le nombre 10 serait représenté par X.

M. Linder ne voit pas ce qu'on aurait à gagner à multiplier les signes; l'évaluation de la quantité des nuages se fait toujours plus ou moins au juger; elle est assez exacte lorsque la fraction prise pour unité n'est pas trop faible; elle est souvent erronée lorsque la division est poussée trop loin. Dix signes, de 0 à 9, lui semblent plus que suffisants.

M. Marié-Davy fait remarquer que les signes gravés par la Société météorologique pour ses *Nouvelles* ne vont que de 0 à 4. L'Observatoire représente la nébulosité par des nombres qui varient de 0,0 à 0,9. En présence de divergences d'opinion aussi marquées, il est prudent d'attendre que les météorologistes aient fait connaître leur sentiment à leur égard. Il en est du reste de même pour les autres signes destinés à figurer les divers éléments météorologiques.

17e QUESTION. — *Outre les éléments météorologiques énumérés, convient-il d'en introduire d'autres, comme, par exemple, l'électricité atmosphérique, dans les observations régulières? Dans ce cas, quels sont les meilleurs instruments à employer?*

M. Marié-Davy croit utile d'étendre le champ des observations régulières des divers établissements météorologiques, autant que le comportent les ressources dont ils disposent. L'ozone et l'électricité atmo-

sphérique doivent y être comprises. Jusqu'à ce jour, l'électricité atmosphérique n'a pas été abordée à Montsouris, dont la constitution officielle et définitive date de quelques mois à peine, et la direction de cet observatoire n'a encore, à cet égard, aucune opinion arrêtée. M. Marié-Davy appelle également l'attention de la Section sur les observations de température de la mer, de direction et de vitesse des courants marins. Ces observations se font régulièrement en plusieurs points des côtes d'Europe et notamment de France; mais on en ignore souvent l'existence, parce qu'elles ne sont pas encore introduites régulièrement dans les publications météorologiques courantes.

M. Souberbielle considère comme très désirable que l'on joigne à l'observation de la température des mers celle des rivières et des sources. La température des sources, en général, varie très peu et indique très approximativement les moyennes températures de l'air durant l'année; mais il en est d'autres qui ne rentrent pas dans ce cas. Il serait très utile de déterminer *exactement* ces températures anormales, qui peuvent dépendre de plusieurs causes, comme, par exemple, de la constitution géologique des couches terrestres, etc.

M. Belime croit qu'il serait aussi d'une grande utilité d'observer régulièrement : 1° l'épaisseur de la couche de neige en des lieux donnés; 2° les rosées, les gelées blanches, les verglas, les givres, les brouillards; ces météores, outre l'intérêt qui s'y attache au point de vue scientifique, sont à signaler à cause de leur grande influence sur la végétation; chaque fois qu'ils se produisent, il serait bon d'en indiquer le plus ou le moins d'intensité suivant une échelle décigrade; 3° les eaux des sources et des puits, les eaux courantes, les eaux stagnantes, en notant soigneusement les modifications de leur température, de leur volume, de leur limpidité. Il serait très intéressant, notamment, d'étudier sur ces eaux deux phénomènes singuliers, entre lesquels il existe peut-être une certaine relation : premièrement, le retrait et le gonflement des eaux des sources et des puits, à de certains moments, sans cause apparente, ou plutôt en opposition avec les causes apparentes, le retrait se manifestant ordinairement au moment des pluies ou à leur approche, et le gonflement pendant le beau temps ou à son approche; deuxièmement, l'accumulation d'algues à la surface, souvent même dans toute la profondeur des eaux provenant ou non de sources qui sont retenues dans un bassin quelconque à l'air libre, lorsque le temps est fixé au beau. Ces algues diminuent notablement et souvent même disparaissent complètement, lorsque le temps devient pluvieux; que deviennent-elles? C'est une disparition à laquelle l'hygiène paraît intéressée. A ce dernier point de vue comme à celui de la science pure, l'analyse des eaux météoriques devrait aussi être introduite dans les observations régulières.

M. Linder fait remarquer qu'aucune des propositions qui viennent d'être présentées, n'a rapport aux phénomènes lumineux qui se produisent dans l'atmosphère terrestre. Il ne parlera point des *étoiles filantes,* dont l'étude constitue aujourd'hui une branche importante de l'astro-

nomie physique; mais il croit devoir appeler l'attention sérieuse des observateurs sur l'apparition des *halos,* des *parhélies*, des *anthélies,* des *couronnes,* comme complément des conditions météorologiques de l'atmosphère, et surtout sur celle des *auróres boréales,* dont l'étude est d'une importance capitale au point de vue de l'état électrique et magnétique du globe terrestre. Ces divers phénomènes, pour être observés convenablement, ne nécessitent pas l'emploi d'appareils coûteux ou compliqués; leur étude peut donc être comprise parmi celles qui peuvent être facilement faites dans les stations de très minime importance. A ce point de vue, M. Linder croit devoir également recommander de noter avec soin, toutes les fois qu'il se produit, un phénomène qui, par sa rareté non moins que par sa gravité, mérite une attention spéciale; il veut parler des *tremblements de terre.* L'on n'est pas fixé sur les lois qui peuvent régir ces commotions; des observations simultanées permettraient de constater, en plus ou moins de temps, ce qu'il en est à cet égard. On a cru reconnaître que les tremblements de terre qui se sont produits, depuis trente ans, dans l'Europe occidentale, n'ont été que le prolongement de commotions plus violentes dont le centre se trouvait à l'Est, et que presque toujours ils ont été accompagnés de fortes commotions électriques; il serait intéressant de vérifier cette loi et de déterminer le centre précis de chaque commotion.

Séance du 11 Septembre 1872.

18e QUESTION. — *Pourra-t-on introduire partout les mêmes heures pour les observations régulières?*

M. Marié-Davy répond que ce serait chose fort désirable, mais que si ce résultat ne pouvait être obtenu, au moins faudrait-il que dans chacune des séries adoptées par les divers établissements, il se trouvât un certain nombre d'heures communes servant de points de repère.

M. Belime dit que si les météorologistes veulent que leurs travaux aient une pleine efficacité, ils doivent ne pas choisir arbitrairement les heures de leurs observations, mais faire ces observations aux moments que la nature impose. La nuit constitue une phase météorologique particulière qui finit au lever du soleil; à ce moment commence une autre phase qui se divise en deux périodes, l'une croissante jusqu'à midi, l'autre décroissante jusqu'au coucher du soleil, heure à laquelle l'état météorologique change radicalement. Il en résulte que l'heure du lever du soleil, celle de son coucher et midi doivent être les trois heures normales des observations régulières pour que ces observations produisent tous leurs résultats. Le mouvement des phénomènes doit être d'ailleurs suivi d'une manière aussi continue que possible, en en constatant les résultats, soit d'heure en heure, si on le peut, ou du moins à des inter-

valles trihoraires, c'est-à-dire à trois heures, six heures et neuf heures du matin et du soir, à midi et à minuit.

19e QUESTION. — *Peut-on établir des règles générales pour la vérification des instruments et pour l'inspection des stations météorologiques?*

La Section est pour l'affirmative et croit que la solution de cette question est un des plus grands progrès qui puisse être réalisé en météorologie.

M. Souberbielle insiste d'une manière toute particulière sur la nécessité immédiate d'une visite des stations françaises par l'inspecteur général. Ce serait le plus sûr moyen d'établir promptement, sur tout le territoire, des procédés uniformes d'observation, de rendre les observations comparables et de stimuler la création de nouvelles stations.

20e QUESTION. — *D'après quelles méthodes et pour quelles périodes faudra-t-il calculer les moyennes des différents éléments météorologiques? Est-il préférable de commencer l'année météorologique avec le mois de janvier ou avec le mois de décembre?*

Dans l'opinion de M. Marié-Davy, les périodes les plus convenables sont le jour, le mois, la saison et l'année; mais surtout le jour, qui est la base de toute discussion. La répartition des températures et des pluies, par exemple, dans la succession des jours d'une année, exerce une influence décisive sur les récoltes, et cette action est difficile à reconnaître dans les périodes, quelque courtes qu'on les suppose.

M. Marié-Davy considère comme tout à fait nécessaire la publication, mois par mois, des moyennes diurnes; le commencement de l'année n'a plus, dès lors, qu'une importance secondaire. Suivant l'objet particulier de l'étude entreprise, le météorologiste groupera ses éléments de la manière la plus conforme à son objet; l'essentiel est que les éléments comparables ne lui fassent pas défaut.

M. Belime partage dans son entier l'opinion exprimée par M. Marié-Davy. Néanmoins, il croit utile d'insister fortement sur ce fait que les seuls bons éléments d'étude sont les détails des observations diurnes. Il croit même que le jour est une unité encore trop complexe, et qu'il serait préférable de le décomposer en journée et en nuit et de présenter séparément le résultat des observations se rapportant à chacune de ces phases. Dans tous les cas, il y a lieu de déterminer exactement ce que l'on doit entendre par les expressions : jour, journée, nuit. M. Belime pense qu'un jour doit s'entendre de l'intervalle compris entre deux levers du soleil; la journée serait l'intervalle entre le lever et le coucher du soleil, et la nuit, l'intervalle entre le coucher et le lever du soleil.

M. Linder fait observer que l'adoption de ces unités conduirait à ne plus avoir de résultats comparables. Le jour, considéré comme le temps qui s'écoule de minuit à minuit, par exemple, est un intervalle fixe et

qui ne peut prêter au doute, tandis que l'intervalle qui s'écoule d'un lever du soleil à son coucher, et de celui-ci au lever suivant, est essentiellement variable avec les lieux et les époques d'observation. M. Linder s'en tient donc à la solution proposée par M. Marié-Davy.

M. Souberbielle croit que l'année météorologique doit commencer au 1er décembre et non au 1er janvier, de façon que les quatre saisons soient comprises en entier dans une même période et dans leur ordre naturel. Quand l'année commence au 1er janvier, c'est-à-dire à une époque où l'hiver est en partie écoulé, elle se termine en plein hiver de l'année suivante, ce qui est fâcheux. L'un des éléments essentiels de la climatologie consiste en effet dans la détermination des moyennes des températures, pour chaque saison et pour toute l'année; or, comment déterminer ces moyennes avec exactitude, si l'on prend pour chaque année les parties inégales de deux hivers différents?

M. Linder répond que la solution proposée par M. Marié-Davy donne, au point de vue de la climatologie, toute satisfaction aux préoccupations de M. Souberbielle. La publication, mois par mois, des moyennes diurnes permettra toujours aux météorologistes de combiner les résultats des observations, de manière à leur faire atteindre le but spécial qu'ils se se seront proposé.

Avant de passer à la discussion de la 21e question du programme, M. Marié-Davy désire faire une dernière remarque. Le calcul des températures moyennes ne s'effectue pas partout de la même façon: dans les grands observatoires, où l'on dispose d'un personnel plus ou moins nombreux, il se fait au moyen des observations multiples, exécutées à diverses heures de la journée; il n'en est plus de même dans les stations secondaires. Les thermomètres *à maxima* et *à minima* apportant une grande simplification dans le travail des moyennes, il serait utile de généraliser leur emploi.

21e Question. — *De quelle manière et pour quelles périodes doit-on déduire les valeurs normales des éléments météorologiques?*

M. Marié-Davy présente, à ce sujet, les observations suivantes, auxquelles se rallie la Section :

« Les séries d'observations faites dans les observatoires ou stations météorologiques ont, dit-il, des durées très inégales et embrassent des périodes très diverses. Il ne me paraît pas prudent de les comparer entre elles en bloc et sans discussion; on risque ainsi de rapprocher, pour deux stations différentes, des années de caractères fort discutables et de fausser les rapports climatériques de ces deux stations.

» Il n'est guère de pays, en Europe, où l'on ne puisse trouver au moins une série continue remontant presque à l'origine des observations météorologiques régulières et dignes de foi. Ces séries pourraient utilement servir de point de départ pour la discussion de toutes les autres. Étant donnée une station appartenant à une région pour laquelle existe cette

série type, je croirais convenable de comparer les moyennes de cette station, non avec la totalité de la série type, mais avec l'ensemble des années de cette série correspondant aux observations de la station. C'est dans cet ordre d'idées qu'ont été construites les deux feuilles de diagrammes publiées comme *spécimen* dans le *Bulletin mensuel de l'Observatoire de Montsouris,* pour les années de 1865 à 1867.

» Pour Paris, le trait plein représente les températures moyennes mensuelles observées dans le cours de ces années; le trait ponctué figure la marche des températures moyennes normales déduites de soixante années d'observations de Paris. Pour toutes les autres stations, le trait plein représente aussi les moyennes mensuelles observées à leurs dates, mais le trait ponctué figure, non plus les moyennes températures normales de Paris, mais bien les moyennes mensuelles de Paris obtenues en même temps que celles des stations.

» Dans cette comparaison, il ne faudrait pas embrasser des points trop éloignés ou des points même rapprochés, mais compris dans des climats dissemblables; une critique attentive doit présider à ce travail; mais l'introduction, dans la comparaison, d'années qui, existant dans l'un des termes, ne se retrouveraient pas dans l'autre, me paraîtrait au moins aussi fâcheuse. »

22e QUESTION. — *Est-il possible et désirable de publier les observations d'un nombre restreint de stations de chaque pays d'une manière identique et dans un délai relativement court?*

La Section est complètement de cet avis; elle exprime, en outre, le vœu que l'on crée des publications ayant un caractère international, et que le soin de ces publications soit réparti entre les divers établissements météorologiques de premier ordre.

A l'appui de cette décision, M. Marié-Davy présente quelques observations : M. Buijs-Ballot a publié des tableaux très intéressants sur l'état atmosphérique de l'Europe. M. Rubenson s'est demandé s'il ne serait pas désirable de les compléter au moyen de travaux préparatoires spéciaux des météorologistes d'autres pays, et de les étendre à un degré qui permette de les employer comme bases de toutes les recherches des *variations non périodiques* sur la totalité de l'Europe. Il est évident qu'une pareille publication serait fort désirable et qu'il y aurait utilité à l'étendre à l'Asie, à l'Amérique et même aux mers.

M. Marié-Davy cite encore cette autre question soulevée par M. Rubenson : « Quelles sont les mesures à prendre afin d'obtenir, dans le plus bref délai possible, des cartes générales des éléments météorologiques qui n'en ont pas encore eu jusqu'ici, et afin de compléter et d'améliorer les cartes existantes? »

Le savant directeur de l'Observatoire de Montsouris rappelle que l'Observatoire de Paris avait entrepris un atlas des mouvements généraux de l'atmosphère à la surface de l'Atlantique et de l'Europe. Ce

travail, que des circonstances connues ont fait interrompre, a été repris en partie par M. Mohn. Or, il est certain que si cette œuvre utile, au lieu de conserver le caractère en quelque sorte personnel qu'elle a gardé jusqu'à ce jour, malgré le concours des divers météorologistes, revêtait un caractère sérieusement international, sa durée se trouverait par cela seul garantie et assurée par des moyens d'action plus puissants. Il semble, sans apporter aucune entrave au libre développement des initiatives individuelles, que si les météorologistes parvenaient à s'entendre sur les grands travaux que la science réclame, sur leur répartition entre les établissements disposés à les entreprendre sur des bases générales arrêtées en congrès, la science marcherait d'un pas plus rapide. Chaque travail effectué ouvrirait d'ailleurs de nouveaux horizons, et, les congrès devenant périodiques, l'œuvre générale pourrait chaque année se plier aux conditions nouvelles nées du progrès accompli.

23e Question. — *Comment peut-on organiser l'échange des publications météorologiques des divers instituts et pays d'une manière simple, sûre et rapide?*

M. Marié-Davy expose ce qui se fait en France. L'Observatoire jouit de la franchise postale pour l'expédition du *Bulletin international* sur le parcours des lignes françaises. La franchise s'arrête à la frontière. Les nombreux documents météorologiques qui sont envoyés de France à l'Observatoire, sont envoyés au ministre de l'instruction publique, sous enveloppe portant en tête : *Service météorologique;* ces documents sont transmis à l'Observatoire en franchise. Les envois de l'Observatoire à ses correspondants de France ont lieu par la même voie et également en franchise, pourvu que la suscription porte, non pas Monsieur X..., préfet, directeur ou président, mais Monsieur le Préfet, le Directeur ou le Président. Si la franchise s'arrête aux frontières, c'est qu'au delà elle n'est pas admise par les autres États; mais la gratuité étant concédée pour les dépêches météorologiques par voie télégraphique, elle pourrait l'être aussi par voie postale sous certaines garanties faciles à concevoir et à réaliser. On use quelquefois des voies consulaires.

24e Question. — *Est-il désirable que chaque pays possède un établissement central pour diriger, coordonner et publier les observations météorologiques?*

M. Marié-Davy dit que cet établissement existe en France, à Paris; qu'il y est dans les traditions du pays, mais qu'il ne veut exercer qu'une action morale sur ses correspondants, dont il se borne à faire connaître et à favoriser les travaux, en contribuant à leur donner plus d'homogénéité. Les liens qui unissent les stations à l'établissement central sont entièrement libres, et cela suffit.

M. Souberbielle admet la manière de voir de M. Marié-Davy, mais il

lui paraît important que, indépendamment de l'Observatoire central, chaque province s'organise et coordonne les observations recueillies dans les stations secondaires de son ressort. A cet effet, il serait à souhaiter que l'on multipliât autant que possible les observatoires de premier ordre, suivant en cela beaucoup d'autres nations qui se sont montrées plus soucieuses que nous des intérêts de la science. Dans l'opinion de M. Souberbielle, les Conseils généraux des départements devraient être saisis de la question et sollicités de lui donner une solution pratique, autant dans l'intérêt de l'agriculture que de la météorologie elle-même.

M. Linder fait remarquer qu'il existe déjà quelques établissements en France qui pourraient être facilement mis en situation de remplir l'office réclamé par M. Souberbielle : tels sont les Observatoires de Marseille et de Toulouse et celui qu'on établit en ce moment au Puy-de-Dôme; mais il croit qu'il faudrait, avant de rien décider à cet égard, discuter avec soin les emplacements à choisir pour les établissements nouveaux, si l'on en décidait la création, et examiner s'il ne conviendrait pas de créer plutôt un observatoire principal dans chaque grand bassin hydrographique.

25e QUESTION. — *Est-ce que l'utilité de l'échange des télégrammes météorologiques est assez reconnue pour lui donner une plus grande étendue et une organisation plus solide?*

La Section constate que l'utilité de l'échange des télégrammes météorologiques est incontestable, mais que cet échange ne produira les résultats qu'on est en droit d'en attendre, que lorsque tous les pays auront pris les mesures nécessaires pour empêcher tout retard dans l'expédition des bulletins. L'inspection du bulletin quotidien de l'Observatoire montre combien cette condition est loin d'être réalisée.

26e QUESTION. — *Quelles mesures faudra-t-il prendre pour assurer l'exécution des décisions du Congrès météorologique?*

Après échange d'observations entre quelques membres de la Section, celle-ci adopte l'avis suivant formulé par son Président :

Le Congrès de Vienne peut avoir lieu par le libre concours des météorologistes des divers pays. Ils ont qualité suffisante pour y discuter les questions relatives à l'avenir de leur science et pour s'engager, en ce qui les concerne personnellement, à suivre les prescriptions qui y seront formulées. Les solutions proposées par cette Assemblée, fût-elle même accidentelle et entièrement dégagée de toute attache officielle, auront sans doute une grande autorité auprès des gouvernements; il est à croire cependant que, dans de telles conditions, la réunion projetée perdrait beaucoup de son efficacité.

Dans la plupart des États d'Europe, les Instituts ou établissements

météorologiques sont fondés et entretenus par les gouvernements; et, quelle que soit l'autorité dont ils jouissent dans leur pays, les directeurs de ces établissements y sont responsables, et des travaux qui leur sont confiés, et des ressources en matériel et en personnel qui sont mises à leur disposition.

Les délibérations du Congrès peuvent et doivent provoquer des modifications dans la nature et la conduite des travaux entrepris; des engagements financiers ou autres peuvent et doivent en résulter, soit par la proposition de nouvelles unités de mesure, soit par la création de publications d'utilité générale, soit par la demande de franchises télégraphiques et postales plus étendues. Là où des questions d'une telle nature peuvent être soulevées, il semble que les gouvernements intéressés doivent au moins être invités à se faire représenter officiellement. Eux seuls, en effet, peuvent donner au Congrès son véritable caractère international et fournir à ses délibérations la garantie qu'elles recevront de l'exécution réclamée.

Il semblerait donc nécessaire que les organisateurs du Congrès provoquassent l'adhésion officielle des gouvernements à la réunion projetée. Que si ces démarches sont jugées inutiles ou inopportunes, le premier Congrès, tout en gardant un caractère privé, devrait tendre à constituer une Association internationale reconnue d'utilité publique, ayant ses assises régulières comme la Société internationale de géodésie, et désignant comme elle une Commission d'exécution permanente chargée de préparer les sessions futures et de veiller à l'exécution des délibérations prises antérieurement. Quelle que soit, en effet, l'activité déployée par les météorologistes convoqués à Vienne, ils ne pourront que jeter les premières bases de leur entreprise. L'organisation d'une science qui demande un aussi grand concours de collaborateurs travaillant sur un plan uniforme, ne saurait être l'œuvre d'un jour : elle exige une action permanente et prolongée.

Séance du 12 septembre.

M. Marié-Davy, que des affaires urgentes ont rappelé à Paris, et M. Linder, retenu par son service, s'excusent de ne pouvoir assister à la séance.

M. Raulin présente sa carte pluviométrique de la France méridionale, comprenant la carte annuelle à $\frac{1}{2{,}000{,}000}$ et quatre cartes trimestrielles à $\frac{1}{4{,}000{,}000}$. Il fait la lecture, entremêlée de diverses explications, de la note qu'il a insérée dans le *Bulletin de l'Association scientifique de France* du 4 février 1872 (t. IX, p. 301-304 et 320).

Il est aussi donné connaissance de la note de M. Harold-Tarry sur la

prédiction du mouvement des tempêtes et sur les phénomènes qui les accompagnent. Suivant l'auteur, les cyclones qui descendent du Nord de l'Europe, passent sur l'Italie et la Méditerranée, et, après s'être avancés plus ou moins loin en Afrique, reviennent sur l'Europe méridionale en jetant des pluies de sable sur la Sicile et sur l'Italie.

8me SECTION.

Géologie et Minéralogie.

Président : M. RAULIN, professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux.
Secrétaire : M. DALEAU.

Ludomir COMBES.

Études stratigraphiques et paléontologiques sur les terrains jurassiques, crétacés et principalement tertiaires du Lot-et-Garonne et sur les phosphates de chaux naturels de Quercy (Lot.)

(Séance du 9 Septembre 1872.)

Trois époques antérieures à la période historique et formant comme trois mondes successifs et progressifs caractérisent, d'après M. L. Combes, les terrains dont se compose le département de Lot-et-Garonne.

Ces époques ont reçu les noms de *secondaire,* de *tertiaire* et de *quaternaire.*

Leur existence respective est sûrement démontrée par les immenses dépôts marins ou lacustres qui forment les reliefs et les surfaces du sol actuel.

Laissant de côté l'*époque quaternaire,* qui est cependant des plus intéressantes dans une partie de ce département, et pour laquelle

M. L. Combes a déposé à la section d'anthropologie une brochure qui traite avec détail cette question au point de vue paléontologique et archéologique, M. Combes commence ses explications par les terrains de formation la plus ancienne en remontant suivant leur ordre de superposition.

TERRAINS SECONDAIRES ET ÉPOQUE SECONDAIRE.

D'après ce géologue, le département du Lot-et-Garonne ne renferme dans la période secondaire qu'un seul des nombreux étages qui constituent le groupe jurassique ; c'est le *kimméridgien* de d'Orbigny, portion de l'étage supérieur du système oolithique de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont. L'étage portlandien, le dernier et le plus élevé du même groupe, manque et, avec lui, les trois étages du terrain crétacé formant la série dite *inférieure*. Il résulte de ces lacunes que l'étage cénomanien, le premier du crétacé supérieur, se juxtapose immédiatement à l'étage kimméridgien, qui est l'avant-dernier du groupe jurassique dans sa série supérieure. Il ne se trouve que dans le nord-est du département. Cet étage qui, aux environs de Fumel, se montre au-dessous du niveau du Lot, s'élève aux deux tiers en moyenne de la hauteur des coteaux ; puis, s'infléchissant de nouveau suivant un angle de 16° dans la direction de la rivière, finit par disparaître à 30 mètres environ de la chaussée.

Ce calcaire, humide et gélif, et qui est peu propre à la construction par suite de sa dégradation rapide, est d'une grande dureté. Il est ordinairement argilifère, d'un gris verdâtre, avec quelques veines spathiques et des arborisations de manganèse. On en tire un ciment romain d'excellente qualité.

M. L. Combes a retiré de ce terrain jurassique une infinité de fossiles très bien conservés, qu'il garde dans sa collection et dont voici les noms les plus caractéristiques.

1° Parmi les Sauriens et Poissons :

L'*Ichthyosaure* (deux ou trois variétés), le *Téléosaure*, le *Lepidotus*, le *Giradus*, le *Spherodus*, le *Saurocephalus*, le *Lamna paradoxa*, l'*Asteracanthus* (deux variétés), et des plaques, écailles ou vertèbres, divers gros ossements, dents (non encore suffisamment étudiées).

Parmi les Mollusques :

Plusieurs variétés de grandes Ammonites, parmi lesquelles surtout l'*Ammonites longispina*, l'*Ammonites decipiens*, etc., etc.. *Pterocera ponti* et autres. *Chemnitzia gigantea*, *Mactra*, *Pinna granulata*, *Pinnigena*, *Ceromya*, *Arca*, *Trigonia*, *Pholadomya*, *Mya*, *Panopœa*, *Natica*, *Nucula*,

Fellina, Pecten, Thracia suprajurensis, Ostrea virgula, Terebratula Sella et *Subsella,* etc., etc.

3° Végétaux indéterminés, sous forme de lignite :

L'*Exogyra Virgula,* caractéristique de cet étage, et le *Terebratula Subsella* s'y trouvent en abondance.

Quant aux terrains *crétacés,* qui se superposent exactement à l'étage kimméridgien, M. Combes a déjà fait observer que les trois étages inférieurs de la craie : le *néocomien,* l'*aptien* et l'*albien* manquaient à l'ordre naturel de superposition et que l'étage cénomanien, caractérisé par l'*Ostrea Colomba* et le premier des crétacés supérieurs, se superposait exactement à l'étage kimméridgien.

Dans le Lot-et-Garonne, les terrains crétacés supérieurs composés des étages *cénomanien, turonien* et *sénonien,* forment des couches considérables; et, quoique s'infléchissant aux environs de Fumel avec le calcaire jurassique qu'ils surmontent, ils dépassent celui-ci. — On les retrouve partout dans le canton de Fumel, au nord-est du canton de Montflanquin et à l'est de celui de Tournon, où ils forment souvent la base de coteaux couronnés par des dépôts lacustres tertiaires.

Un grand nombre de carrières ont été ouvertes dans les profondeurs de cet étage; elles sont justement renommées par la puissance de leur base, par la qualité et le volume des blocs qu'on en retire, soit comme pierre de taille, soit comme moellon. Ce calcaire est marin grossier, d'une teinte qui varie entre le gris blanc et le roux.

On trouve sur les bords du Lot, près du château de Céserac, des couches assez riches en lignites, souvent percées par de nombreux *Taretes* et *Pholades* appartenant évidemment à l'époque cénomanienne.

Voici la coupe que M. Combes a donnée des divers étages de la craie supérieure caractérisant le département de Lot-et-Garonne, avec le nom de plusieurs fossiles dont la richesse égale la variété.

La série de couches qui sont indiquées dans le tableau suivant y sont représentées de haut en bas :

Au Pech-del-Trel, près de Fumel.

ÉTAGE SÉNONIEN.

3° Calcaire schistoïde glauconieux avec *Thynchonella vespertilia, Terebratula Arnaudi,* etc. 3 mètres d'épaisseur.

2° Calcaire noduleux, pouddinguiforme, à nodules cristallins, avec *Cardium,* etc. 3 ou 4 mètres d'épaisseur.

1° Marne rougeâtre ou verdâtre, avec *Ostræa Matheroniana, Ostræa Vulselloïdes;* dents d'*Otodus, Sargus, Oxyrhina, Pycnodus occidentalis, Lamna* et autres poissons. 2 mètres d'épaisseur.

Aux environs de Fumel et de Duravel.

ÉTAGE TURONIEN.

5° Calcaire tantôt pur, tantôt arénacé avec *Rudistes, Polypiers* et *Ostréacées*. Épaisseur de 15 à 20 mètres.

4° Grès avec *Hippurites organisans, Radiolites cornupastoris*, etc. 2 mètres environ d'épaisseur.

3° Grès ou calcaire arénacé en plaquettes, en dalles ou en nodules marneux. Même faune que la précédente. 6 mètres d'épaisseur.

2° Calcaire noduleux empâté de marne plus ou moins grise, avec *Periaster oblongus*, etc. 3 mètres d'épaisseur. (Se retrouve à Saint-Vite et à Lamothe, sur les bords du Lot.)

1° Calcaire dur, quoique gélif, avec *Periaster oblongus, Chama Archiaci, Spherulites Boreani*. Faune riche en *Gastéropodes*. 2m50 d'épaisseur.

Aux environs de Fumel.

ÉTAGE CÉNOMANIEN.

4° Calcaire marneux *(castine)* fragmenté, empâté d'argile diversement colorée. Nodules à cassures lithographiques de 20 mètres d'épaisseur. Fossiles : *Periaster oblongus, Ammonites Mantelli*, etc., etc.

3° Calcaire blanc fragmenté, à Ammonites, ayant 2 mètres d'épaisseur. (C'est dans ce calcaire que je trouvai, en compagnie du regrettable A. d'Orbigny, une ammonite que ce savant voulut bien appeler de mon nom : *Combesana*.)

2° Calcaire jaune verdâtre grenu, de 2m40 d'épaisseur. On y trouve, entre autres fossiles, l'*Ostrea Colomba*.

1° Calcaire noduleux, jaune rougeâtre, de 40 centimètres d'épaisseur : *Ostrea Colomba, Terebratula biplicata*, etc.

ÉPOQUE TERTIAIRE ET TERRAINS TERTIAIRES.

Coupe des terrains tertiaires du département de Lot-et-Garonne.

TERRAINS TERTIAIRES.	Terrain pliocène.	Dépôt *marin*. Sables des Landes entièrement dépourvus de fossiles et révélant comme un dernier relai de la mer tertiaire. Quelques formations *lacustres*.
	Terrain miocène. supérieur.	Puissant dépôt *marin* très riche en fossiles; quelques dépôts *lacustres* parfois alternants. — Faluns. *Mastodon, Dinotherium, Halitherium*, etc., etc. *Ostrea crassissima*, etc.
	Terrain éocène. inférieur.	Grand et long dépôt d'*eau douce*, durant lequel vivaient *contemporainement* dans notre région le *Rhinocéros*, l'*Antracotherium*, le *Palæotherium*, dont les débris, disséminés dans toute son épaisseur, sont juxtaposés à des coquilles d'eau douce.
	Terrain éocène. supérieur.	.....

M. L. Combes rentre dans de longs détails et de fortes preuves pour démontrer surtout que, durant ce premier grand et long dépôt d'eau douce tertiaire (éocène supérieur et miocène inférieur), qui comprend à lui seul la majeure partie des terrains du Lot-et-Garonne, la composition de ce genre de dépôt consiste en marnes argileuses, sableuses et calcaires, mélangées le plus souvent sans ordre et accolées comme des parties variables d'un même tout. C'est, suivant les localités, tantôt de l'argile qui varie du jaune au rouge, en raison du degré d'oxydation de fer qui la colore, tantôt de l'argile blanche extrêmement pure, mais réfractaire; souvent des masses sableuses grises, mélangées avec l'argile ou séparées. Au reste, ces dépôts, qui ont pris fin vers le milieu de la période miocène, n'offrent de stratification un peu régulière qu'à l'extrémité de la chaîne.

Certaines parties des dépôts sableux se sont durcies au point de former des tufs calcaires très résistants, ou même d'énormes rognons de grès disséminés dans l'argile, et dont la dureté égale parfois les énormes dimensions.

Le calcaire argileux blanc s'y trouve aussi, même associé avec le silex meulière. Des gisements de sulfate de chaux surtout, de nombreuses et très riches minières d'hydroxyde de fer, s'ajoutent encore au mélange qui compose ce puissant dépôt dont l'âge géologique correspond à ce qu'on appelle l'*éocène supérieur*.

Aussi, le couronnement de ces coteaux éocènes tertiaires est-il formé tantôt par des marnes argilo-sableuses assez peu résistantes qu'entraînent facilement les eaux pluviales, tantôt par des tufs arénacés très résistants, enfin par des calcaires argileux blancs qui, délimitant en général les plus grandes hauteurs de la chaîne, fournissent un excellent calcaire d'eau douce.

Ce même géologue détaille, en outre, toutes les nombreuses fouilles paléontologiques qu'il a opérées d'une manière très heureuse dans ces terrains lacustres, les communications qu'il a faites à ce sujet à la Société géologique de France, les jugements favorables qu'il a reçus de cette docte Assemblée, et particulièrement du bien regretté M. Édouard Lartet; ce qui lui fait conclure, ainsi que beaucoup d'autres faits sont venus le lui confirmer depuis, que pendant la période *éocène supérieure lacustre*, qui caractérise l'âge géologique et la formation des terrains tertiaires d'une grande partie du département de Lot-et-Garonne, *ont vécu temporairement* sous l'influence de la température propre aux régions où croît le palmier, et au milieu de divers autres mammifères :

Le *Rhinoceros* (deux variétés), le *Palœotherium* (deux variétés), le *Paloplotherium annectens*, l'*Anoplotherium*, l'*Anthracoterium magnum* et

minimum, avec une variété intermédiaire, le *Caïnotherium* (deux variétés), l'*Elotherium magnum,* le *Dremotherium,* le *Pterodon,* le *Xiphodon,* des Crocodiles, des Trionyx, des Rongeurs, etc.

En fait de mollusques : l'*Helix Ramondi, H. subylobora, H. Cadurcencis, H. Albigensis, H. Larteti,* etc.; *Lymnea pachigaster, L. longiscata, L. Albigensis,* etc.; *Planorbis solidus, P. Cornu,* etc.; *Melanopsis, Paludina, Cyclostoma formosum, C. cadurcensis,* etc.; *Succinea, Neritina Narbonensis,* etc.

Quant à la période *miocène supérieure* qui succède à la période précédente (miocène inférieure lacustre), M. Combes reconnaît que les dépôts sont principalement *marins,* avec quelques dépôts lacustres parfois alternants; que la faune de cette époque, qui a succédé à l'extinction d'une grande partie des animaux caractéristiques de la période précédente, a vu l'apparition du *Mastodon,* du *Dinotherium,* de l'*Halitherium,* etc., de l'*Ostrea longirostris, Ostrea crassissima,* etc., avec une richesse de création particulière à cette période de vie.

Et que, enfin, pendant la *période pliocène,* quelques dépôts marins principalement sableux et sans fossiles se sont déposés avec quelques formations lacustres, révélant comme un dernier relai de la mer tertiaire, et que ces dépôts seraient comme un milieu entre la fin de l'époque tertiaire et le commencement de l'époque quaternaire qui lui succède.

Ces deux dernières formations, principalement marines, occupent le département de Lot-et-Garonne dans la direction de l'Ouest.

PHOSPHATES DE CHAUX DU LOT.

Le département du Lot est traversé et en grande partie occupé par une bande jurassique, dirigée du Nord-Ouest au Sud-Est, et comprenant les terrains supérieurs et inférieurs de cette formation.

Le premier, caractérisé par l'*Ostrea Virgula,* borde le Lot entre Fumel et Cahors; au delà de cette ville, le second prend sa place vers Saint-Géry, Larnagol, etc. Les fossiles sont rares dans celui-ci; j'y ai néanmoins pu recueillir des *Gryphæa,* des *Spirifer,* des *Belemnites,* etc., toutes caractéristiques de cet étage.

Au milieu de cette roche, sur des plateaux extrêmement élevés, que n'a jamais recouverts aucune autre formation marine ou lacustre, se trouvent des cavités, trous ou fissures, de dimensions variables, mais d'une formation identique, largement ouvertes à la surface du sol; elles se resserrent peu à peu, à mesure qu'elles s'en éloignent, se terminant au plus bas par une simple fente qui se perd dans les entrailles du sol. Elles sont, à vrai dire, des entonnoirs.

Mais ces entonnoirs ne sont pas vides. L'action de l'air, des pluies, du froid et de la chaleur sur les roches au sein desquelles ils ont pris naissance, en a détaché, avec le temps, des détritus qui ont tout rempli. C'est au milieu de ces détritus qu'on trouve le phosphate de chaux. Il s'y présente comme le minerai de fer des rives de la Lémance, aux environs de Fumel, sous forme de concrétions, de rognons et de géodes, etc., et, comme lui, il est d'une richesse extrêmement variable. On trouve des pierres qui donnent, à l'analyse, 80 de phosphate pour 100; on en trouve qui ne donnent que 50. Il en est, et en quantité, dont la composition est telle, que les frais d'exploitation dépasseraient de beaucoup le prix de vente; d'autant plus que les prétentions des propriétaires du terrain, très élevé au début, ne font que s'accroître avec le temps, et deviennent exorbitantes.

Comment se sont formés ces phosphates? Telle est la question qui se pose d'abord. La première idée qui vient à l'esprit, c'est qu'ils résultent de la désagrégation des coquilles, des coprolithes et d'ossements d'animaux enfouis depuis des siècles dans ces fentes jurassiques. Tel n'est pas mon sentiment, et je me fonde sur les faits et les raisons que voici :

On ne trouve parmi les phosphates aucune trace de coquille marine ou lacustre, ce qui est tout simple, puisque ce calcaire jurassique n'a été recouvert, depuis sa formation, par aucun dépôt marin ni lacustre, comme je le disais tout à l'heure. Quant aux ossements d'animaux, si on en trouve quelques fragments, c'est un pur hasard, car ils y sont généralement rares; et qu'on ne dise pas que cette rareté soit plus apparente que réelle et témoigne surtout de l'inhabileté des recherches. Le peu de restes d'animaux que l'on réussit à mettre au jour est d'une admirable conservation. D'ailleurs, comment admettre que ces hauts sommets calcaires, absolument dénudés, autrefois comme aujourd'hui, et dépourvus, à l'origine, d'une végétation suffisante, l'eau pluviale s'absorbant dans les fissures, aient pu nourrir assez de grands animaux pour produire de tels amas de phosphates? Je n'insiste pas sur cette objection, qui me paraît irréfutable.

A mon sens, l'acide phosphorique, au lieu d'être venu de la surface du sol, est monté de ses profondeurs. L'abbé Paramelle, l'habile chercheur de sources, à qui la structure de nos chaînes est très familière, assigne aux fissures en question une profondeur d'au moins 400 pieds; il déclare qu'on ne trouvera l'eau sur aucun point des terrains qui s'étendent dans le voisinage, parce que ces fissures, qu'il appelle des *bétoires*, la reçoivent comme des collecteurs naturels

et la conduisent au plus profond du sol. Ce canal, par où l'eau descend, ne peut-il être regardé comme un tuyau de dégagement pour les vapeurs phosphoriques? On se figure aisément cette théorie admise, la phosphatisation s'opérant de bas en haut, et dans des proportions qui varient avec l'activité de la production gazeuse.

Avant de terminer cette note, un mot sur les fossiles que j'ai colligés dans les poches à phosphates. La plupart appartiennent à l'époque tertiaire éocène et miocène lacustre; quelques-uns aux premiers temps de l'époque quaternaire. Je nomme le *Palæotherium,* l'*Anoplotherium,* le *Caïnotherium,* le *Rhinoceros;* puis l'Ours, la Hyène, le Renard, etc. Les premiers ne se retrouvent que dans les crevasses les plus rapprochées du tertiaire lacustre, dans les exploitations de Bach notamment.

Il résulte de cette observation que le remplissage des crevasses a dû s'opérer lentement, durant les époques tertiaire et quaternaire. A ce propos, une coïncidence me frappe, dont je demande la permission de faire part aux personnes compétentes. Les formes variées qu'affecte le phosphate calcaire du Lot sont les mêmes, ai-je dit, que celle du minerai de fer de notre région. Y a-t-il témérité à penser que les uns et les autres aient pris naissance parallèlement; c'est-à-dire que l'acide phosphorique se soit montré dans les fissures jurassiques du Lot, sous l'influence de la même cause terrestre que le fer dans notre éocène supérieur? Au reste, je ne crains pas davantage d'admettre que ce phénomène de phosphatisation se continue de nos jours, moins activement, il est vrai, à cause de l'obstruction plus ou moins complète de la partie étroite des fissures.

Tout cela peut sembler étrange; mais, du moment où l'origine de l'acide phosphorique ne peut être attribuée à la présence d'innombrables troupes d'animaux sur les hauts plateaux du Lot, pendant une infinité de siècles; et comme, en définitive, il faut bien qu'il vienne de quelque part, je ne lui vois d'autre source probable que le centre de la terre. Si je me trompe, ce qui est possible, je reconnaîtrai mon erreur de bonne grâce, ne demandant qu'à être éclairé.

M. DELFORTRIE.

L'ensablement de la rade de Bordeaux. — Affaissement de la péninsule de Grave.

(Séance du 9 Septembre 1872.)

MESSIEURS,

Une grave question préoccupe en ce moment le commerce de l'importante cité à laquelle était réservé l'honneur de voir s'ouvrir chez elle ces grandes assises scientifiques où vont se faire entendre les voix les plus autorisées.

Cette grave question s'applique à l'état actuel de la rade de Bordeaux, dont l'envasement tend à prendre d'inquiétantes proportions.

Quelles sont les causes de ce mal allant toujours s'aggravant? A ce mal existe-il un remède? Voilà des questions sur lesquelles les opinions diffèrent : à vous, Messieurs, il appartient de faire jaillir la lumière.

Le Congrès saisi de la question, il lui importe de connaître, pour les contrôler, les opinions émises ; de nombreux documents sur la matière existent vraisemblablement dans les archives des Ponts-et-Chaussées et de la Chambre de commerce; ils seront, sans nul doute, mis avec empressement à votre disposition : en ce qui nous concerne, nous déposons dès à présent entre les mains des membres de votre Bureau la courte notice que nous avons publiée en 1871, sous le titre d'*Avenir du port de Bordeaux,* dans le tome XXVII des *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux*. Dans ce travail, nous avançons que la grave question de l'ensablement du port de Bordeaux n'est pas seulement une, mais qu'à celle-ci se rattachent deux autres questions d'un grave intérêt aussi : l'une au point de vue géologique, l'autre au point de vue financier.

Nous croyons ne pouvoir mieux faire, pour exposer notre opinion et développer les raisons dont elle s'étaye, que d'extraire de cette brochure les lignes qui suivent :

« Il est avéré aujourd'hui que les navires entrant en rivière de » Gironde naviguent dans des eaux qui recouvrent un territoire » autrefois occupé par les anciennes paroisses de Saint-Nicolas-de- » Grave et de Lilhan, qui n'existent plus que de nom, et par une » partie des communes actuelles de Grayan, Talais et Soulac. »

Il n'est plus possible de mettre en doute que des changements notables ne soient survenus, il y a plusieurs siècles, dans la géographie physique de la contrée : mais ces changements ne sont pas les seuls observés ; nous avons à constater ceux qui datent d'une époque plus rapprochée de nous, mieux encore, ceux qui ne cessent de se produire sous nos yeux.

Le rocher de Cordouan faisait jadis partie du continent dont il est aujourd'hui éloigné de plus de sept kilomètres ; on prétend qu'en 1500, il n'en était séparé, à marée basse, que par un passage étroit et guéable.

« Dans le principe, dit M. l'ingénieur Manès, la Gironde avait son » embouchure entre le rocher de Cordouan et la conche de Bonne- » Anse ; ces rochers se joignaient à ceux de Saint-Nicolas-de-Grave et » de Barbegrise et se trouvaient sur la côte qui vient en ligne droite » depuis Arcachon ; et ce ne serait que plus tard que la passe du » Sud aurait pris naissance et aurait formé la péninsule de Grave, » qui a d'ailleurs varié beaucoup de position et d'étendue.

» En 1785, l'extrémité de la péninsule était placée vis-à-vis la » petite anse qui est en amont de celle de Vaux ; elle était éloignée » de 4,000 mètres de la Pointe du Chai ; en 1842, cette même extré- » mité était placée vis-à-vis la conche de Pontaillac, et elle était dis- » tante de 5,000 mètres de la Pointe du Chai.

» De 1785 à 1842, la laisse de la haute mer s'avance de plus en » plus vers l'Est, en enlève, depuis le rocher de Saint-Nicolas à la » pointe actuelle, une surface triangulaire ayant près de 2,000 mètres » de base ; l'Océan a donc gagné progressivement vers l'Est, et la » péninsule s'est déplacée de l'Ouest à l'Est, comme si elle se fût » inclinée sur sa base. »

Suivant les cartes hydrographiques dressées par les ingénieurs, la ligne de la haute mer à Soulac, en 1744, était à 950 mètres de l'église ; en 1818, elle avait avancé de 300 mètres ; en 1865, elle n'en était plus qu'à 560 mètres ; dans l'espace de 121 ans, le rivage avait donc reculé de 390 mètres.

En 1818, le niveau de la basse mer à la Pointe de Grave était à 720 mètres de l'extrémité de la jetée :

En 1825	la mer avançait de	240	mètres.
En 1837	—	300	—
En 1842	—	80	—
En 1844	—	100	—

D'après l'abbé Mezuret *(N.-D. de Soulac)*, le village de Lacanau, fuyant devant l'envahissement de la mer, aurait été déjà rebâti trois

fois; celui de Sainte-Hélène a transporté à 10 kilomètres plus loin son église et ses maisons; Hourtin était autrefois bâti sur l'emplacement qu'occupe aujourd'hui l'étang qui porte son nom; enfin, les paroisses d'Extremeyres et de Saint-Pierre-de-Lignan ont vu chacune leur prieuré disparaître sous les eaux.

L'ingénieur Magin, dressant la carte hydrographique de 1752, reconnaissait six passes à l'embouchure de la Gironde; il indiquait, en outre :

1° Que les navires du plus fort tonnage pouvaient entrer à basse mer par la passe du Matelier ou de Saintonge, existant entre le banc rocheux de la *Mauvaise* et le banc de sable de la *Cuivre*;

2° Que toutes les autres passes pouvaient, à marée basse, être suivies par les navires tirant 17 à 18 pieds.

Dès 1815, on ne comptait plus que trois passes praticables; depuis 1825, il n'en existe plus que deux, qui se sont conservées jusque aujourd'hui; encore faut-il observer que, d'après M. l'ingénieur Robaglia (*Études sur le port de Bordeaux*, Manès, 1867), la passe du Nord se retrécit et se comble, tandis que celle du Sud s'approfondit.

La côte d'Arcachon a vu se produire des faits de même nature; ainsi, l'île Matoc, qui existait sur le bassin, est aujourd'hui immergée; le fort Cantin et la batterie Laroquette ont également disparu; de la pointe du Sud à Moulleau, sur une longueur de près de 8 kilomètres, on aperçoit sur différents points, à environ $1^{m}50$ au-dessous des crues moyennes, des bouquets d'arbres dont les troncs ont conservé la position verticale; enfin, les passes du Nord et du Sud qui, en 1778, donnaient entrée dans le bassin, sont aujourd'hui fermées par les sables.

Cette invasion de l'Océan à l'embouchure de la Gironde, ou, pour nous servir d'un terme qui traduira mieux l'opinion que nous émettrons plus loin, le mouvement de terrain qui s'observe à la pénin-sule de Grave est incessant, et quoiqu'il se produise lentement et sans secousse, il n'en reste pas moins fort appréciable, puisqu'il suffit de comparer les cartes hydrographiques dressées en 1752 et 1842, pour rester convaincu que, pendant le court intervalle de quatre-vingt-dix ans, la Pointe de Grave a disparu sur une longueur de 1,200 mètres, et qu'à l'heure où nous écrivons, la surface du terrain immergé représente un triangle à peu près équilatéral et mesurant 10 kilomètres de côté.

Un pareil déplacement devait nécessairement produire un changement notable dans le régime des eaux, le résultat ne pouvait qu'en être désastreux, et le fait ne s'est que trop malheureusement réalisé.

Il est du ressort des yeux que plus un fleuve soumis à marée a

de largeur à son embouchure, plus le flot y entraîne, à la haute mer, les sables et les graviers; et moins les eaux de descente ont de force pour les repousser. Or, par suite du mouvement de terrain, dont nous venons de parler, l'embouchure de la Gironde s'étant élargie de 1,200 mètres, un résultat qui ne pouvait qu'être prévu n'a pas tardé à se produire : une barre s'est formée du côté de Royan, et le banc du Platin a pris naissance sur la rive opposée. Si là s'étaient arrêtés ces funestes effets! Mais le banc de Talais, qui, en 1812, ne paraissait pas à marée basse, découvrait en 1825; depuis 1853, le banc Saint-Georges s'élève lentement; remontant le fleuve, nous comptons, entre Pauillac et le Bec-d'Ambès, un groupe d'îles et de bancs qui chaque jour augmentent en nombre et en étendue; du Bec à Montferrand, les mêmes faits se reproduisent, et enfin, devant Bordeaux, l'envasement du port prend des proportions désastreuses.

La cause déterminante du mal n'existe donc, d'après nous, qu'à l'embouchure du fleuve; reste à se poser cette question : à ce mal existe-t-il un remède? L'opinion des hommes spéciaux a été pour l'affirmative, l'État, l'Administration, la Chambre de commerce, le Corps des ponts et chaussées ont réuni leurs efforts pour venir en aide à la navigation, rien n'a été négligé; d'importants travaux ont éte exécutés et dirigés avec tout le soin désirable, une somme importante y a été employée; les chiffres suivants me sont fournis par le mémoire plus haut cité de M. Manès :

Travaux exécutés au 31 décembre 1861. . . . . F.	6,556,245
Entretien depuis 1839.	315,821
	6,872,066
Travaux exécutés ou à exécuter depuis 1862. . . .	4,100,000
TOTAL. . . . . F.	10,972,066
Restera pour entretien annuel.	60 à 80,000

Ces efforts si soutenus, si coûteux, ont-ils eu le résultat espéré? Un remède a-t-il été apporté à ce mal considéré comme curable? Hélas! non, et loin d'avoir diminué, le mal empire; tout a été tenté, on doit le reconnaître; mais, selon nous, il n'était donné à aucune force humaine de pouvoir le conjurer.

Et d'abord, la nature des travaux exécutés à l'embouchure de la Gironde dénotait-elle une saine appréciation des causes qui ont entraîné et qui entraînent chaque jour la destruction d'une partie de la péninsule de Grave? En un mot, avait-on une parfaite connaissance de l'ennemi à combattre?

A notre sens, le fait seul des travaux entrepris est la preuve du contraire.

Onze millions ont été employés, disons le mot, ont été littéralement jetés à l'eau, pour endiguer, renforcer, blinder enfin une langue de terre, qu'à tort on a supposé et que l'on suppose encore être lentement corrodée, par conséquent, chaque jour réduite par l'action des vagues; le projet des travaux, avant l'exécution, représentait donc la formule suivante : « établir une muraille assez solide pour résister à la vague, et le continent sera sauvegardé. » C'est là que gît l'erreur; M. Manès était bien près de toucher la difficulté du doigt, quand, dans le passage que nous lui empruntons plus haut, il disait : *La péninsule s'est déplacée de l'Ouest à l'Est, comme si elle se fût inclinée sur sa base;* en effet, la Pointe de Grave n'est point rudement léchée et peu à peu détruite par le courant, mais elle s'affaisse lentement et sans discontinuité, la ceindrait-on d'une muraille de la Chine, jetterait-on au sommet du triangle le môle d'Alexandrie, que môle et muraille immergeraient forcément avec elle, pour aller rejoindre au fond du gouffre l'église de Saint-Nicolas et le prieuré de Cordouan, dont vraisemblablement les murs gisent debout sous les sables. Ne suffisait-il pas de jeter un regard en arrière, sur le passé de la tradition, de l'histoire, sur le passé de 1785 et de 1842, sur le passé d'hier même, pour demeurer convaincu qu'il s'opère, sous nos yeux, un mouvement d'affaissement incessant qui, après avoir englouti, il y a quelques siècles, des villages et leurs territoires, nous engloutira nous-mêmes, ou plutôt ceux qui viendront après nous, et cela dans une période plus ou moins éloignée; que nous sommes témoins, enfin, d'un mouvement cosmique très perceptible?

L'affaissement du sol de l'Aquitaine n'a rien qui doive surprendre, toutes les observations géologiques et géodésiques tendant à démontrer qu'aucun continent ne reste à l'état d'immobilité; véritable bouchon flottant, tantôt il immerge, tantôt il s'élève au-dessus du niveau de la mer; l'oscillation est constante, mais se produit avec une lenteur qui dénote qu'entre la période d'affaissement et la période de soulèvement, le temps ne doit se mesurer ni par années, ni par siècles.

Les faits que nous venons de vous signaler, Messieurs, sont bien dignes, comme vous le voyez, de fixer votre attention; à vous donc aujourd'hui de prononcer sur une question qui n'est pas seulement grosse d'intérêt pour la science, mais grosse aussi d'intérêt pour nos deniers publics, car si vous ratifiez notre opinion en faveur de l'affaissement, vous déclarez alors que la continuation des travaux défensifs

de la Pointe de Grave demeure sans raison d'être, et vous allégez ainsi le budget de l'État d'une dépense annuelle de près de *cent mille francs*.

M. RAULIN,

Professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux.

Aperçu de la constitution géologique de l'arrondissement de Dax.

(Extrait.)

(Séance du 9 Septembre 1872.)

M. Raulin donne un aperçu de la constitution géologique de l'arrondissement de Dax, qui présente un lambeau de terrain talqueux, les divers étages des terrains crétacés avec ophites et gypses intercalés, le terrain nummulithique, les trois étages de faluns, le sable des landes, le diluvium et les alluvions dont la partie la plus étendue est formée par les dunes.

M. POTIER,

Ingénieur des mines

Sur les sables granitiques du Nord de la France.

(Extrait.)

(Séance du 11 Septembre 1872.)

M. Potier donne quelques détails sur la nature et les conditions de gisements des sables granitiques et argiles à silex de l'Eure, décrits par M. Douvillé et lui et publiés dans les *Comptes-Rendus de l'Académie des sciences* (6 mai 1872) et le *Bulletin de la Société géologique*.

M. Louis LARTET.

Sur les terrains tertiaires de la Gironde.

(Extrait.)

(Séance du 11 Septembre 1872.)

M. Louis Lartet fait une communication sur les terrains tertiaires marins de l'Armagnac; ces terrains, désignés habituellement sous le nom de *faluns*, ont été assimilés tantôt à l'étage miocène, tantôt à l'étage

pliocène. M. Louis Lartet donne connaissance de plusieurs listes de fossiles provenant des gisements principaux qu'il a eu l'occasion d'explorer. L'étude de ces nombreux fossiles le porte à croire que l'on devra définitivement faire rentrer les faluns de l'Armagnac dans l'étage miocène, au même titre que les faluns de Pont-le-Voy (Touraine) et les faluns de Léognan (Gironde).

9e SECTION.

Botanique et Agronomie.

Président : M. Durieu de Maisonneuve, directeur du Jardin des Plantes de Bordeaux.
Vice-Président : M. Rollet, docteur en médecine.
Secrétaire : M. Le Monnier, agrégé-préparateur d'histoire naturelle à l'École normale supérieure.

M. H. BAILLON,

Professeur à la Faculté de médecine de Paris.

Recherches sur l'organogénie florale des Corylées.

(Séance du 6 Septembre 1872.)

M. Payer, qui fut mon maître et le plus autorisé de nos organogénistes, avait coutume de dire que « celui-là serait bien habile qui découvrirait le mode de développement des fleurs femelles des Coudriers ». Il y faut, à vrai dire, moins d'habileté que de méthode et de persévérance. Les voies de la nature sont ici semblables à elles-mêmes, et l'évolution florale y suit la même marche générale que dans les autres plantes. Les Corylées diffèrent uniquement des autres par une plus grande lenteur dans la succession des phénomènes ; si bien que c'est vers le mois de juin de cette année, par exemple, qu'il faut surprendre le début, puis suivre pas à pas l'évolution d'une fleur dont le fruit sera cueilli au mois de septembre de l'année prochaine.

Les Noisetiers dont les fruits mûriront en automne ont, dit-on, des fleurs femelles qui s'épanouissent vers le mois de janvier de la même année. Mais on sait qu'à cette époque, si l'on étudie les chatons femelles, on n'y voit les fleurs représentées que par deux longs styles, à extrémité pourprée et stigmatifère, unis à leur base, dans une

très faible étendue, en une masse qu'entoure un très petit calice et qui ne renferme ni cavité ovarienne, ni ovules. Les botanistes ont remarqué avec étonnement cette singularité, sans se rendre compte du développement de la portion ovarienne du gynécée. Celui-ci obéit toutefois à cette sorte de loi qui veut que, dans un pistil, on voie d'abord émerger le sommet stylaire des feuilles carpellaires, puis la base des styles, et enfin la portion ovarienne. Les *Corylus*, rentrant dans la règle, ne diffèrent de la plupart des autres végétaux que par la lenteur de l'évolution. Vers le mois de juin, les fleurs femelles qui montreront leurs styles rouges au mois de janvier suivant, naissent dans les chatons femelles, alors sessiles, dont l'axe porte des bractées alternes et imbriquées. Dans l'aisselle de chacune de ces bractées se développe un corps, d'abord entier qui, né comme l'*écaille* des Conifères, présente successivement les mêmes modifications de forme que cet organe, s'aplatissant de dehors en dedans, puis se partageant supérieurement en trois lobes : un médian et deux latéraux. Ces deux derniers l'emportent bientôt de beaucoup en volume, également comme dans les Abiétinées, et chacun d'eux devient le réceptacle d'une fleur femelle, réceptacle sur lequel se montre, dès l'été, un petit bourrelet circulaire, rudiment du calice. Puis, sur le sommet légèrement déprimé du même réceptacle, naissent deux petites feuilles carpellaires, opposées l'une à l'autre, limitant la fossette apicale, devenant connées à la base et ne présentant alors qu'un sommet court et obtus; si bien qu'alors le gynécée est tout à fait semblable à celui de la plupart des Conifères. Depuis ce moment jusqu'à la fin de l'hiver, les sommets des feuilles carpellaires ne font que s'allonger lentement et se garnir de papilles stigmatiques. Ce n'est qu'au mois de février ou de mars, que, par suite de l'inégal accroissement de ses diverses portions, l'ovaire se creuse d'une cavité unique, de plus en plus profonde, autour de laquelle les parois s'élèvent lentement pour constituer en somme un ovaire uniloculaire.

Alors que cette sorte de puits qui représente la cavité ovarienne est complètement formée; son fond, arrondi en cul-de-sac, répondant à la base même de l'ovaire; son ouverture, un peu plus étroite que le reste du tube, s'apercevant distinctement entre les bases écartées des styles, et sa paroi intérieure étant tout à fait lisse, les deux placentas apparaissent vers la fin du mois de mars. Ce sont deux cordons verticaux, ou deux piliers alternes avec les styles, qui semblent se sculpter en saillie en face l'une de l'autre, mais dont la production est due à une inégalité d'accroissement dans l'épaisseur de la paroi. Ces piliers se terminent inférieurement par une extrémité obtuse, qui bientôt présente plus d'épaisseur que le reste du placenta. Bientôt encore elle

est partagée par un sillon vertical en deux saillies collatérales qui sont les premiers rudiments de deux ovules. On a donc alors, dans une cavité unique, quatre ovules qui se regardent deux à deux, sans se toucher encore, et, au-dessus d'eux, deux placentas pariétaux qui s'aplatissent en se rapprochant l'un de l'autre, et ne sont plus séparés sur une coupe transversale que par une fente en forme de boutonnière.

Il est rare que les quatre ovules continuent tous de grossir également; le fait s'observe cependant, pendant une période assez longue, dans certaines fleurs de *Corylus*, et, plus souvent, dans celles des *Carpinus*. Plus souvent, un, deux ou trois des ovules s'arrêtent à une époque variable dans leur développement. Quand l'arrêt de développement porte sur deux ovules, ce sont tantôt les deux ovules d'un même placenta qui cessent de s'accroître, et, plus fréquemment, un des ovules de chaque placenta, celui de droite pour le placenta postérieur, et celui de gauche pour l'antérieur, ou réciproquement. Il en résulte que la fente qui représente la coupe transversale de la cavité ovarienne, au lieu de demeurer rectiligne, comme dans la portion des placentas qui surmonte l'insertion des ovules, se trouve, au niveau de ceux-ci, avoir la forme de deux petits arcs placés bout à bout et concaves du même côté, ou plus souvent celle d'un S. Quand donc les deux placentas se sont rejoints sur la ligne médiane de l'ovaire, celui-ci présente deux loges, et les ovules qu'elles renferment appartiennent ou au même placenta, ou à deux placentas différents. Quant aux déformations successives de l'ovule, elles sont telles qu'il est d'abord hémisphérique, avec son axe transversal, puis presque conique, obliquement descendant, puis anatrope, ovoïde avec une seule enveloppe et un micropyle extérieur et supérieur.

Quant au bourrelet calicinal, infère tant que le réceptacle sur lequel repose le gynécée représente supérieurement une plate-forme horizontale, il s'élève à mesure que ce réceptacle devient de plus en plus concave; périgyne quand le réceptacle est cupuliforme; épigyne ou à peu près, quand l'inégal accroissement des parties a fait du réceptacle un véritable sac à ouverture relativement étroite, dans lequel est enchâssé l'ovaire, devenu infère, et qui, à la maturité du fruit, constituera précisément la coque ligneuse qui entoure la graine des noisettes.

Les mêmes phénomènes se produisent, avec des différences de détail, dans les autres genres de ce groupe, notamment dans les Charmes. Chez eux, seulement, la façon dont l'involucre se constitue autour du fruit, aux dépens des bractéoles latérales de la fleur, est bien plus manifeste, de même que l'évolution de la masse molle inter-

posée au péricarpe mûr et à la graine, et dont le mode de résorption a été mal interprété. Dans toutes les Corylées, l'évolution des fleurs mâles, qui ne présente d'ailleurs aucune particularité remarquable, commence avant celle des fleurs femelles (1).

M. VAN TIEGHEM,

Maître de conférences à l'École normale supérieure.

Recherches physiologiques sur la germination.

(Extrait.)

(Séance du 6 Septembre 1872.)

L'auteur s'est attaché à étudier le degré de solidarité des diverses parties de la graine. Opérant d'abord sur des graines dépourvues d'albumen, telles que celles de l'*Heliunbus annuus,* du *Cucurbita peppo,* etc., il a constaté que l'embryon, dépouillé de ses enveloppes et mutilé par l'ablation de certaines parties, conserve encore la faculté de germer. Ainsi la radicule isolée s'accroît, de même pour la tigelle. Un cotylédon peut non seulement verdir, mais encore donner naissance à de petites racines adventives.

Pour les graines albuminées, l'auteur a fait des expériences analogues sur le maïs, etc. En outre, les graines de belles-de-nuit lui ont permis de remplacer l'albumen naturel par une pâte artificielle qui a été utilisée en partie pour la nourriture de la jeune plante. Si cet albumen artificiel ne remplace pas complètement l'albumen naturel, cela peut provenir de la composition chimique de ce dernier.

M. DE SEYNES,

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

Observations sur le développement des spores du *Penicillium glaucum*, Lk et de l'*Aspergillus candidus*, Lk.

(Séance du 6 Septembre 1872.)

Lorsqu'on étudie le développement des organes cellulaires qui concourent à la reproduction chez les différents types de végétaux, on est frappé du mode identique de ce développement. Le pollen comme la vésicule embryonnaire, l'anthérozoïde comme la cellule germinative se forment et s'accroissent à l'intérieur d'une cellule

(1) Voir, à la fin du volume, la planche relative à ce travail et l'explication des figures.

mère, quelles que soient du reste les modifications de nombre, de forme, de dimensions et de rapports de ces organes avec la cellule mère.

Chez les végétaux cryptogames, les corps destinés à la reproduction agame se développent aussi dans des cellules mères, et tous les botanistes connaissent la ressemblance remarquable qu'il y a entre le développement du pollen des phanérogames et celui des spores de Fougères. Les macrospores et les microspores des Lycopodiacées et des Rhizocarpées, les spores des Mousses, les Zoospores et les Androspores des Algues se développent également à l'intérieur d'une cellule mère. Enfin, chez les Lichens et un grand nombre de Champignons, la spore se développe dans des thèques qui ne sont autre chose que des cellules mères. La dénomination donnée aux cellules mères varie tout aussi bien que le nom et la fonction des corps reproducteurs auxquels je viens de faire allusion, mais la condition initiale du développement est toujours la même.

Il n'y a, dans tout le règne végétal, qu'une partie seulement de la classe des Champignons qui fasse exception à cette loi : les Champignons appelés, par Léveillé, Basidiosporés, ou, si l'on veut, tous ceux dont la spore présente un mode de développement que l'on est convenu d'appeler acrospore et qui, dans la classification de Léveillé, comprennent, outre les Basidiosporés, les Clinosporés, les Trichosporés et les Arthrosporés. Serait-ce que les spores de ces champignons sont des organes reproducteurs agames, des conidies qui ne correspondent pas aux vésicules et aux cellules germinatives des Phanérogames et des Acrogènes? Mais beaucoup de corps reproducteurs agames se développent dans des cellules mères chez les Acrogènes ou chez les Algues, et, d'autre part, les spores de beaucoup de Champignons thécasporés se développant dans une cellule mère sont bien évidemment des organes de reproduction agame. Sans parler de la *Peziza confluens*, on peut citer l'exemple incontestable des spores de *Mucor*, nées dans un sporange issu de la Zygospore, et végétant sans être fécondées comme les spores de la Mousse développées à l'intérieur du sporangé contenu dans l'urne, qui est née de la cellule germinative fécondée, spores qui, elles-mêmes, ne doivent pas être fécondées pour germer.

Il y a donc quelque chose de tout à fait anormal dans l'exception présentée par les Champignons dont les spores présentent un développement dit *acrosporé*. Cette exception est-elle vraiment légitimée par les faits? C'est ce que je me propose d'examiner ici, et j'y ai été conduit, non pas par les vues théoriques dont je viens de donner un court exposé, mais par les observations que je présente sur le déve-

loppement des spores du *Penicillium glaucum*, Lk., et de l'*Aspergillus candidus*, Lk.

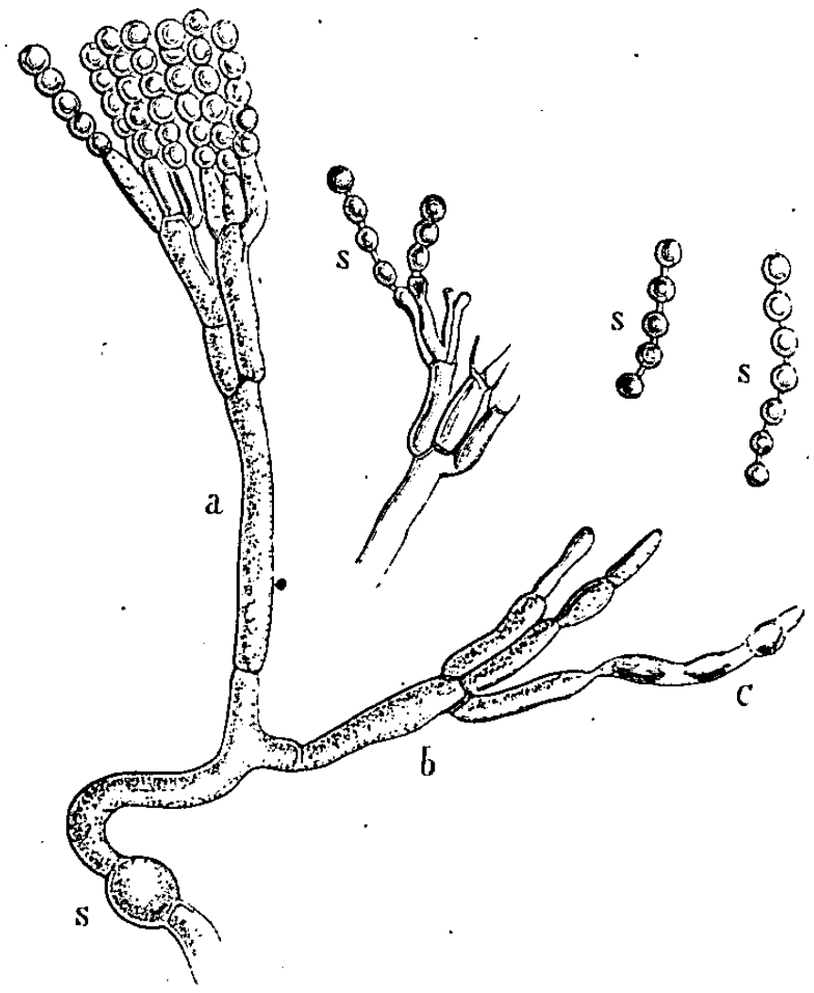
Déjà, en 1856, M. H. Hoffmann de Giessen disait, dans la *Botanische Zeitung* : « Aussi loin que s'étendent mes observations, la spore des Champignons naît, dans tous les cas, chez les Thécasporés et chez les Basidiosporés, par formation cellulaire libre à l'intérieur d'un tube (*Ascus* ou *Theca*). Le plasma renfermant des gouttes d'huile se contracte en une ou plusieurs portions qui forment les spores, les supérieures s'organisant les premières. Ce tube contient tantôt une spore, *Agaricus, Epithea;* tantôt de une à quatre, *Oogaster, Tuber;* tantôt un plus grand nombre, sept chez les *Phragmidium*, huit chez les *Peziza*..... Je doute que le tube entre dans la formation des parois de la spore; il n'en est certainement pas ainsi chez les *Phragmidium* : on peut le séparer tout entier des spores, en le traitant par l'acide chlorhydrique concentré; on constate ainsi que les trous ne sont pas formés dans la membrane du tube, mais dans celle de la spore. Ces tubes ou *Asci* sporophores se rencontrent : tantôt un sur chaque extrémité du filament, *Mucor, Cystopus;* tantôt plusieurs à chaque extrémité, *Botrytis*, et la cellule terminale est tantôt amincie vers le haut, *Peronospora;* tantôt en forme de gros cylindres avec quatre spores, *Agaricus*, ou six, *Cantharellus cibarius*..... »

L'importance de ce passage, inséré dans un article sur les spermaties, ne paraît pas avoir suffisamment attiré l'attention des botanistes; il n'a été ni contrôlé, ni appuyé par des observations précises.

Au mois de juillet 1870, dans une communication faite à la Société botanique de France, sur les conidies intra-mycéliennes (Chlamydospores) de *Mucor*, je faisais remarquer ce fait que celles de ces conidies qui se développent à l'extrémité d'un tube mycélien et deviennent ainsi terminales, en se présentant à leur maturité comme des conidies à développement acrosporé, se développaient en réalité comme les autres à l'intérieur du tube mycélien faisant fonction de cellule mère. J'ai reconnu, depuis lors, que le procédé par lequel se formaient les spores du *Penicillium glaucum*, Lk. était le même.

Une spore *s* (*fig. 12*) de *Penicillium glaucum* ayant été mise en germination sur le porte objet du microscope, donna deux filaments mycéliens, l'un d'entre eux, fort court, se partagea immédiatement en deux branches fructifiantes, l'une *a* bien développée, l'autre *b* arrêtée dans son développement; le pinceau fructifère de la branche *b* donna naissance à des cellules dans l'une desquelles *c* on distinguait des agglomérations plasmatiques condensées, comme elles le sont dans les jeunes spores et dont le contour accusé dénotait la formation

d'une enveloppe, surtout autour de la masse plasmatique supérieure, au-dessous de cette dernière, au point *c*, la cellule mère commençait à s'étrangler, montrant ainsi le premier état d'une disposition qui



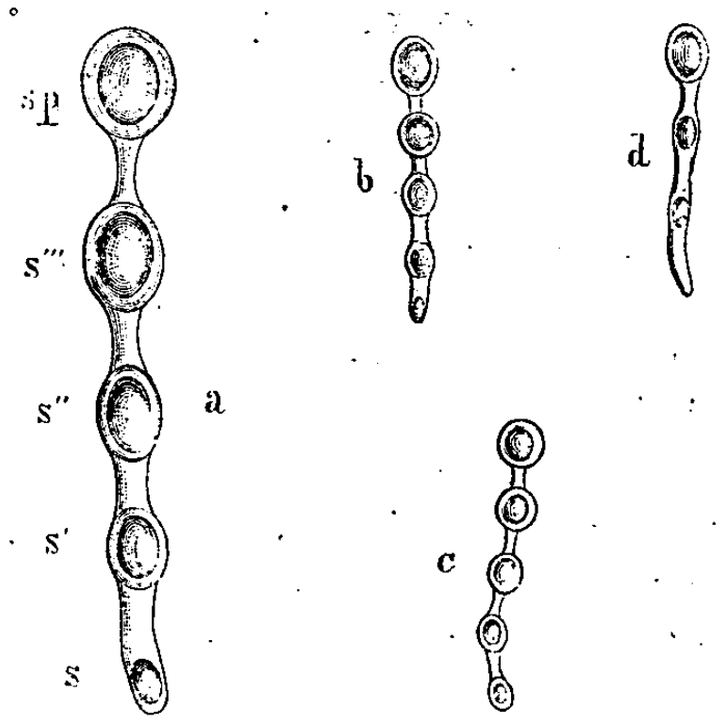
(Fig. 12.)

aboutit à l'aspect de ces chaînettes de spores mûres *(s, s, s)*, dans lesquelles les spores sont rattachées l'une à l'autre par la cellule mère étranglée. M. de Bary a décrit et figuré ce dernier période de développement sans indiquer que cette membrane étranglée n'était autre que celle de la cellule mère (de Bary, *Morphol. und Physiol. der Pilze,* p. 118). Cette observation ne peut guère laisser de doute sur le développement intra-cellulaire ou endosporé des spores de *Penicillium*.

La seconde observation qui s'est offerte à moi est encore plus démonstrative, car on peut saisir tous les passages intermédiaires jusqu'à la maturité complète de la spore.

J'avais recueilli des touffes d'*Aspergillus candidus,* Lk., qui s'étaient développées sur du velours à l'intérieur d'un écrin, placé pendant près d'un an dans une cave; examiné au microscope, cet *Aspergillus,* dont les caractères génériques et spécifiques ne pouvaient donner lieu à aucune hésitation, présentait des cellules sporophores ou basides qui naissent de la cellule renflée en tête caractéristique de ce genre: ces basides donnaient naissance à des chaînettes de spores, mais plusieurs d'entre elles se présentaient sous l'aspect que donne la figure 13. celui d'un long tube d'une véritable cellule mère que rien ne saurait

distinguer des thèques de champignons thécasporés. Ce tube contenait près de son point d'émergence un noyau plasmatique *s*, très peu considérable, en *s'* ce noyau devenait plus apparent, en *s''* il se rap-



(Fig. 13.)

prochait de la dimension des spores ordinaires, en *s'''* la membrane d'enveloppe était tout à fait apparente et enfin en *sp*, on voyait une spore très nettement développée. D'autre part, les intervalles compris entre chacune de ces spores allaient en se rétrécissant d'autant plus que la spore était plus volumineuse; la cellule mère, obligée de suivre le développement de la spore, s'étranglait et s'amincissait de plus en plus dans les points intermédiaires. A un moindre grossissement, la différence entre les spores revêtues de leurs membranes et celles qui sont plus jeunes, est très accusée, ainsi que le montrent les fig. *b*, *c*, *d*.

Le développement assez lent des spores qui a permis cette observation est-il habituel chez l'*Aspergillus candidus*, où faut-il l'attribuer aux conditions particulières dans lesquelles ce champignon avait vécu? Je ne sais, mais dans l'un et l'autre cas l'interprétation à donner à ces faits ne saurait être douteuse.

Ainsi, les deux modes de fructification de l'*Aspergillus* sont tous les deux endocellulaires, tant la forme conidienne *(Aspergillus)* que la forme thécasporée *(Eurotium)*.

On sait que les spores d'*Aspergillus* se présentent souvent en masses agglomérées, et l'on a essayé diverses explications de ce phénomène; ne serait-il pas la suite de la destruction de la cellule mère qui produirait une substance gommeuse, agglutinant entre eux les chapelets de spores par un mécanisme analogue à celui par lequel se produit le pollen solide?

Il n'est pas probable que toutes les conidies se développent à l'intérieur d'une cellule mère, et il y a certainement des corps reproducteurs dont le développement par bourgeonnement, comme pour la levûre de bière, est incontestable, mais une connaissance exacte de tous les faits permettra de distinguer nettement les spores nées à l'intérieur d'une cellule mère et les conidies se séparant comme les spermaties d'un filament cellulaire pour reproduire le végétal par un simple fait de scissiparité.

Ces données nouvelles doivent-elles nous porter, comme l'a proposé M. Hoffmann, à modifier les bases de classification adoptées par Léveillé? Je ne le pense pas, car il y a toujours un caractère distinctif très net qui demeure. Les spores des Thécasporés sont libres dans leurs thèques, celles des Basidiosporés ne le sont pas, et ce caractère différentiel est tout aussi légitime que celui qu'on admet chez les Phanérogames entre un Cariopse et un Achaine.

M. LE MONNIER,

Agrégé-préparateur d'histoire naturelle à l'École normale supérieure.

Sur la nervation des enveloppes de la graine.

(Extrait.)

(Séance du 6 Septembre 1872.)

Le but de cette étude est d'examiner les différents modes de distribution et de division des faisceaux vasculaires qui pénètrent dans l'enveloppe de la graine. Il résulte de cette étude que dans tous les cas l'analogie est complète entre le mode de nervation des enveloppes de la graine et celui d'un lobe de feuille, en sorte qu'on en peut tirer un argument en faveur de la nature foliaire des enveloppes de la graine.

M. Raoul BALGUERIE.

Docks, canaux des Landes, silviculture, irrigations, desséchements et colmatage.

(Séance du 9 Septembre 1872.)

MESSIEURS,

Nous avons été heureux d'apprendre que notre ville a été choisie cette année pour le siége des délibérations de l'Association française,

et nous vous remercions pour notre part d'avoir été admis en qualité de membre, quoique très obscur, de l'Association pour l'avancement des sciences, qui renferme tant d'hommes d'élite. Je désire essayer de diriger l'attention de messieurs les honorables membres de votre savante institution sur quelques-unes des questions d'améliorations utiles au plus haut degré aux intérêts généraux, spécialement avantageuses à notre pays, c'est-à dire aux départements composant les bassins des fleuves Garonne, Dordogne et Adour, contrées désignées sous le nom de *Landes de Gascogne*.

Nous osons réclamer votre attention et votre indulgence pour vous entretenir un instant d'agriculture, d'industrie et de commerce; nous ne pouvons nous dissimuler que nos talents ne sont pas à la hauteur de votre expérience. Nous aurions renoncé à prendre la parole si nous n'avions pu nous appuyer sur des documents publiés par des hommes réfléchis et de science, habitués aux grandes affaires, auxquels l'opinion publique a fait un accueil favorable, parce qu'elle a compris et jugé la valeur de leurs travaux. Vous savez qu'il s'agit le plus souvent de dire la vérité pour être écouté avec bienveillance et mériter l'approbation.

Voici, avant d'entrer en matière, Messieurs, les sujets que nous nous proposons de traiter devant vous succinctement pour épargner votre temps :

1° Des docks en construction à Bordeaux,
2° Des canaux des Landes de la Garonne à l'Adour, par Mont-de-Marsan et Dax; } deux affaires liées;
3° De la silviculture dans les Landes et sur les montagnes;
4° De la culture arable dans les Landes;
5° Des irrigations et desséchements;
6° Du colmatage des terres arables à cultiver en céréales et fourrages partout où cette opération serait possible.

1° Nous commencerons par la question des docks, parce que nous en avons été des premiers promoteurs, et nous en sommes occupé pendant trente-cinq ans avec des hommes de valeur, composant une Compagnie financière qui a fait des publications pour propager l'idée ou des offres d'exécution au Gouvernement, accompagnées des projets, plans, devis et systèmes financiers, etc., lesquels ont été soumis plusieurs fois aux enquêtes sous plusieurs gouvernements; celui de Napoléon III a préféré exécuter lui-même. Nos études avaient subi d'ailleurs avec succès l'examen des plus savants ingénieurs des ponts et chaussées, dont elles ont obtenu l'approbation; enfin, l'État aujourd'hui met à ses frais nos propositions à exécution.

et va y dépenser 12 à 15 millions de francs; cela prouve qu'elles étaient exécutables, ainsi que nous l'avions démontré.

Nous ajouterons que, le 24 septembre 1861, nous présentâmes un travail au Congrès scientifique, réuni à Bordeaux, dans sa vingt-huitième session. Notre opinion fut imprimée dans le *Recueil des travaux du Congrès de l'Institut des provinces,* et nos observations furent accueillies avec faveur par les hommes d'élite qui composaient cette savante Assemblée.

2° A la question des docks, nous joignons des réflexions sur les canaux des Landes comme annexe obligée des docks. Le canal fut proposé en 1818, après un voyage que firent dans la contrée quatre hommes supérieurs, dont le passage, trop court pour le pays, a laissé des traces profondes. Ils étaient quatre hommes illustres, quatre amis, auxquels la Gironde n'a jamais refusé d'accorder un bon souvenir depuis cette époque.

Nous voulons parler de MM. le duc de Richelieu, alors président du Conseil, le comte Laîné, ministre d'État, Balguerie-Stuttenberg, négociant, et Claude Deschamps, ingénieur, qui fut nommé plus tard inspecteur général des ponts et chaussées, à la suite de nombreux travaux qu'il put exécuter avec l'appui des trois premiers, notamment au moyen de l'immense crédit de Pierre Balguerie, de Bordeaux, qui dota son pays de nombreuses constructions impérissables, d'accord avec les trois précédents. Ces monuments, qui sont encore au nombre des plus utiles et des plus beaux, fixent l'attention du public.

Nous ajoutons que les canaux des Landes n'ont pu être exécutés à cause de la mort prématurée de leurs protecteurs. Le canal de Bordeaux à Mont-de-Marsan, notamment, a joué de malheur jusqu'à présent. Il a été plusieurs fois sur le point d'être construit, mais il est devenu maintenant une *conséquence forcée* de la construction des docks, en cours d'exécution; il ne peut manquer de leur être secourable et de leur porter la vie en leur amenant *gratis* des eaux limpides d'alimentation, indispensables, qui coûtent cher aux Compagnies des docks d'Angleterre. Sans eaux claires d'alimentation, les docks sur la Garonne ne pourraient exister longtemps avec succès qu'à la condition d'être exploités à la manière anglaise *(à grands frais)*, et peut-être sans profit, c'est-à-dire par des procédés d'*alimentation* et de *dragage* faisables en Angleterre, mais qui seraient infiniment plus coûteux en France, à raison du prix élevé du charbon, comparativement à celui auquel on peut l'acheter dans le Royaume-Uni. Les produits du nettoyage des docks seraient des engrais excellents pour l'agriculture des Landes.

Les docks et le canal des Landes étant ainsi devenus par la force des choses des *questions liées* qu'on ne pourrait séparer en construisant les uns sans creuser l'autre immédiatement après, suivant le tracé Deschamps, entre Bordeaux et Mont-de-Marsan, par Saint-Magne, Sore, Sabres, etc., vous reconnaîtrez, je crois, que les contrées pyrénéennes, depuis Toulouse jusqu'à Bayonne, ne peuvent se désintéresser des voies économiques de transport et des moyens d'irrigation qu'elles créeraient avec elles. Quoique ces questions ne soient pas purement scientifiques, vous voudrez peut-être bien appuyer nos idées de vos suffrages et de vos vœux : ce serait notre récompense la plus précieuse.

Je ne vous annoncerai rien de neuf, Messieurs, en vous disant que la construction des canaux ou d'un canal de transport deviendrait en même temps un moyen d'agriculture, d'industrie et de commerce, par ses forces motrices réelles, par les arrosements, le colmatage et le desséchement qu'il pourrait amener avec lui; car ces circonstances diverses exerceraient une influence marquée sur la prospérité future de la contrée qu'on nomme les Landes et les pays qui s'y rattachent jusqu'aux Pyrénées.

Les bassins sont le *port*, et les *magasins* sont le *marché* des produits commerciaux, industriels et agricoles dont le canal serait le *charroyeur* intelligent et *économique*. Le tout formerait des *docks complets*.

3° Par la liaison des docks et du canal, je suis donc entraîné à vous parler de la troisième question, c'est-à-dire de la *sylviculture*, comme du moyen le plus naturel et le plus facile de cultiver ces vastes solitudes qui se composent des landes et des montagnes que les parcours rendent incultes : elles auraient pu être déjà cultivées, si le parcours des bestiaux avait été de tout temps combattu et déclaré contraire à l'intérêt général par les cultivateurs. A présent, on repousse partout le système vicieux du parcours des contrées où l'esprit de progrès avait été banni; je veux parler de la Belgique. Elle a mis successivement, depuis quelques années, en valeur ses terres incultes, et obtenu des améliorations étonnantes par le concours des particuliers joint à celui de l'État. On a vainement proposé au gouvernement, sous l'Empire, d'employer les mêmes procédés dans les Landes, puisqu'il s'agissait de les cultiver et de les colmater à l'aide d'un canal, c'est-à-dire par des moyens économiques de transport, avec des eaux chargées de matières fertilisantes, par le batelage ou le transport des vases, afin d'y établir des cultures fourragères susceptibles d'être affermées, comme elles ont pu l'être en Belgique, jusqu'au prix minimum de 200 francs l'hectare, dans des terrains autrefois improductifs, analogues à ceux des Landes de Gascogne, qui ne produisaient

rien, si ce n'est des bruyères ou parcours de bestiaux, chétifs et sans valeur, qu'on a supprimés avec un profit réel pour la nation.

Ces terres, en Belgique, ne pouvaient nourrir le gros bétail et très mal le petit avec profit. Le sable et des bruyères mal réussies couvraient le sol avant l'existence du canal dit *de la Campine,* dérivé de la Meuse; mais, depuis, tout a changé. On aurait obtenu le même résultat dans les Landes, si l'on avait voulu l'essayer sérieusement.

Si la méthode vicieuse du parcours ou de la dépaissance communale et particulière en usage chez nous devait se perpétuer dans nos Landes et nos montagnes des Pyrénées, il serait non seulement impossible de se livrer à la silviculture et aux fourragères (puisque la dent meurtrière des animaux détruirait les arbres et les herbages dès leur naissance), mais il ne serait pas possible de conserver des forêts, ni d'accorder à la propriété de ce genre *durée* et *confiance ;* car il suffirait à un pâtre vicieux ou imprudent, incinérant un coin quelconque d'une terre voisine des forêts où les herbes seraient desséchées, pour incendier d'immenses cultures et détruire, en quelques heures, l'ouvrage de plusieurs générations de cultivateurs.

4° Pour terminer, Messieurs, je porterai votre attention sur la nécessité absolue d'*arroser*, de *dessécher* et de *colmater* par divers procédés, tous aisés à mettre en œuvre, les terres arables des Landes.

On pourrait y conduire des eaux chargées de sédiments fertilisables depuis le plateau de *Lannemezan* et la Garonne, prélevées au-dessus de *Cazères* (1), et les diriger par des rigoles torrentielles, avec assez d'économie (eu égard aux grandes distances), jusqu'au plateau supérieur des Landes. Ces eaux entraîneraient, chemin faisant, des matières qu'elles tiennent toujours en suspension, et pourraient se précipiter dans d'immenses bassins de réserve, à creuser sur un vaste territoire (dénommé petites Landes incultes) existant entre *Captieux* et *Roquefort*, où elles pourraient être emmagasinées pendant l'hiver, car on en aurait besoin pendant l'été pour les canaux et les autres usages supplémentaires de l'alimentation ou d'arrosage.

Les vases fertilisantes de la Garonne, charroyées par le batelage sur les diverses directions des canaux, complèteraient l'œuvre du colmatage, comme elle se pratique en Médoc pour les vignobles renommés du Bordelais.

Ces divers moyens pourraient être employés simultanément, afin d'obtenir par l'amélioration du sol des céréales avec assez d'abon-

(1) Il existe un projet meilleur et beaucoup plus avantageux, qui consisterait à prélever les eaux de la vallée d'Argelès, qui ont été jaugées à 22 mètres cubes à l'étiage, et de les répandre dans la plaine des Landes, où elles entraîneraient avec elles des dépôts fertilisants sur les points les plus élevés en parcourant de moins longues distances.

dance pour indemniser les cultivateurs de leurs rudes travaux, lorsqu'il s'agit d'obtenir des *froments, seigles, maïs, avoines, fourrages,* et notamment des prairies, comme il en existe dans la Campine belge, produisant un foin abondant et nourrissant à l'égal des foins de plaine. Tandis que les foins des Pyrénées sont peu nourrissants.

Le canal de navigation qu'il s'agirait de creuser entre la Garonne et l'Adour, par Mont-de-Marsan, depuis les docks de Bacalan (faubourg de Bordeaux), sur le fleuve, porterait une alimentation sérieuse dans les docks, qui seront placés *au-dessus des marées.* Ces eaux, qui se seraient déjà purifiées en route, seraient en outre décantées avant leur entrée dans les bassins. Elles proviendraient principalement des ruisseaux nombreux et abondants qui coulent dans la contrée traversée par le projet Deschamps. Ces ruisseaux abondants sont au nombre de six; ils comprennent principalement les rivières du Ciron et de la Goanève, les deux Leyre et l'Estampon, prélevés à 75 mètres environ d'altitude au-dessus de la mer, puisque le niveau de $70^{m}60$ serait adopté pour le fond du *canal Deschamps.* Ces eaux fourniraient une alimentation qui ne manquerait point. On pourrait compter sur les eaux nécessaires à la navigation et autres besoins des cultures, et aux docks sans frais pour tous les intérêts, puisque les réservoirs des petites Landes, entre Captieux et Roquefort, seraient placés à 80 mètres au-dessus de l'étiage. Les autres terrains sont plus bas.

Dans le sous-sol, presque à la surface des Landes, sur toute l'étendue de leur territoire, il existe en outre beaucoup d'eaux naturelles partout, qui seraient utilisées avec profit pour d'autres besoins.

Le tracé du canal principal, large de 10 mètres au plafond, passerait au travers du marais de Bordeaux, en sortant des docks de Bacalan, par Eysines, la vallée de la jalle de Saint-Médard, Croix-de-Hins, Cestas, Saint-Magne, Sore, Sabres, Arrengosse, Labrit et Mont-de-Marsan, etc., en se développant sur un immense plateau très peu accidenté, mais régulier, dont l'étendue permettrait d'établir, à la hauteur de $70^{m}60$, un immense bief de partage d'une dimension inconnue sur les canaux de l'Europe. Cet immense bief et unique canal de niveau aurait 104 kilomètres de longueur sans écluses, etc., tandis que la longueur totale du canal principal (non compris ses trois rigoles alimentaires) ne dépasserait pas 189 kilomètres.

La descente vers la Garonne, à Bordeaux, commencerait à Saint-Magne au moyen de vingt-huit écluses de $2^{m}50$ de chute chacune, établies sur un parcours de 52 kilomètres environ, en traversant par des sinuosités favorables à l'agriculture le territoire déjà indiqué des communes de Saint-Magne, Saucats, Cestas, Saint-Jean-d'Illac, Martignas, Saint-Médard-en-Jalle, Eysines, Bruges, Bouscat et le marais de Bor-

deaux jusqu'aux docks. Quant à la descente vers le bassin de l'Adour et Mont-de-Marsan, elle s'effectuerait comme suit, à partir du bief qui se terminerait sur la Lande de Geloux, à 12,000 mètres de Mont-de-Marsan, à la sortie d'un tunnel de 1,190 mètres, établi sur le territoire de la commune de Ousse. On continuerait sur ce point la descente vers Mont-de-Marsan, par Brocas et Cerres et par des vallées naturelles à faibles pentes, au moyen de seize à dix-sept écluses de 2m50 chacune de chute jusque dans le port même et au centre de la ville de Mont-de-Marsan, où les eaux du versant landais seraient dirigées sans aucune exception et sans détournement jusqu'à Dax, par l'Adour ou par les rivières aujourd'hui navigables ou canalisées, dont on pourrait élever la *calaison* à deux mètres, au moyen d'un canal latéral de Mont-de-Marsan à Dax.

Nous avons l'honneur de vous présenter ci-joints, Messieurs, les plans, cartes et profils des projets étudiés par divers ingénieurs, notamment par MM. Deschamps père et fils, à diverses époques, en 1825, 1832 et 1841, plus récemment, en 1870, par une Compagnie financière.

Ces projets n'ont pas été exécutés par l'effet des circonstances, mais ils ont été étudiés par des ingénieurs instruits. Un spécimen de 1,000 mètres du canal projeté a été même exécuté en 1825, à Beliet, canton de Belin (Gironde), pour expérimenter toutes les principales difficultés de l'exécution des projets de Deschamps. Ces frais furent supportés par la maison Balguerie frères, auxquels ils coûtèrent plus de 100,000 francs. MM. le duc de Richelieu, comte Laîné, Deschamps et Balguerie purent y faire une navigation d'essai qui réussit complètement, en détruisant toutes les objections.

Au moyen du plan que j'ai l'honneur de vous présenter ci-joint, vous pourrez acquérir d'un coup d'œil la conviction de l'utilité réelle des docks et du projet de canal réunis; tous deux devraient être *reliés ensemble,* ainsi que nous l'avons expliqué, par motif d'économie dans les dépenses d'exploitation et par les raisons que nous avons détaillées plus haut.

Les quatre hommes supérieurs de 1825 dont nous avons parlé, puisque deux d'entre eux furent des ministres d'État, un autre, inspecteur général des ponts et chaussées, et le quatrième, Balguerie-Stuttenberg, possédait, comme financier, une valeur incontestée, ont été les parrains *sans pupille* du canal projeté. Il est toujours à l'état de projet : peut-être votre patronage lui portera-t-il bonheur! Mais, outre l'appui des quatre hommes sus-indiqués, le canal en question fut patroné par Louis XVIII, qui lui accorda, le 21 mars 1821, une ordonnance d'utilité publique.

Enfin, dans l'année 1838, le 16 février, un projet de loi, présenté par le gouvernement de Louis-Philippe, réclamait aux deux Chambres le vote d'un crédit de 16 millions de francs pour exécuter le canal des Landes aux frais de l'État. Cette loi ne fut pas votée, par des circonstances trop longues à raconter. Depuis, les chemins de fer s'étant emparés des préoccupations publiques, les canaux ne purent être pris en sérieuse considération pour obtenir des fonds ou des subventions. On a voulu être éclairé par l'expérience sur les profits qu'on pouvait espérer obtenir du trafic, et savoir si les améliorations attendues de la construction simultanée des voies ferrées et des routes agricoles se produiraient, afin de mieux juger si le canal était encore utile comme on l'avait pensé en 1821. Il a été depuis démontré par l'expérience que les voies ferrées et les routes agricoles ne peuvent remplacer les canaux, *arroser, colmater* ou *dessécher* les terres, y amener des populations de cultivateurs sérieux et intelligents comme peuvent faire des voies navigables. Conséquemment, les canaux ont été reconnus unanimement indispensables dans les Landes.

Cela est tellement vrai que, depuis que l'expérience a été faite, on s'est aperçu que non seulement les chemins de fer et les routes agricoles ou les docks fonctionnant isolément ne peuvent remplacer le canal projeté, mais qu'ils l'ont rendu nécessaire; car le canal, en portant *gratuitement* des eaux aux docks, placés dans une trop forte altitude (qui est pourtant indispensable à leur exploitation) pour les recevoir de la rivière sans aucune dépense pour les élever dans l'écluse, a déjà sa raison d'exister, sans y ajouter les autres utiles fonctions de cette belle voie de navigation.

Le canal, en outre, amenant ainsi la richesse, la population et la vie par la silviculture, la culture arable et les fourragères dans ce pays désert, enrichirait du même coup les docks, les chemins de fer et les routes agricoles; il rendrait plus actives des voies aujourd'hui pratiquées modérément par les cultivateurs, parce que le public voyageur n'existe pas, dans cette classe de producteurs, en nombre considérable.

Pour vous démontrer, Messieurs, que nos observations s'appuient sur des études ou des œuvres sérieuses, exécutées, ainsi que nous l'avons reconnu, par des hommes dont la valeur, les écrits ou l'expérience ne peuvent être mis en doute, voici la nomenclature des ouvrages qui traitent des docks, de la culture des Landes, des canaux et des autres questions qui s'y rattachent. On y récapitule les avantages à espérer des améliorations à introduire dans la contrée dont il est question; et vous serez sûrement de l'avis des auteurs de ces

nombreux écrits, quand vous en connaîtrez le contenu. Nous vous demandons d'approuver et d'appuyer les mêmes idées, et d'émettre un vœu favorable à la prochaine exécution des travaux dont nous avons l'honneur de vous entretenir, pour encourager le Gouvernement et les départements intéressés à subventionner une Compagnie d'une garantie d'intérêt destinée à favoriser l'exécution des projets sus-mentionnés. Le gouvernement belge, en des temps meilleurs, a procédé à l'exécution d'un canal, aux frais de l'État, au travers de la Campine, pour y amener des travailleurs, dans le but unique d'améliorer l'agriculture, sans se dispenser d'établir partout des chemins de fer pour les autres industries.

Voici les ouvrages indiqués :

1° *Ordonnance royale du 21 mars 1821*, rendue par Louis XVIII, en faveur des canaux projetés.

2° *Les Landes en 1826*, par Billaudel, ingénieur; imprimé chez André Brossier, mai 1826.

3° Le même ouvrage, réimprimé, augmenté, revu et corrigé par Billaudel, chez Coudert, imprimeur, en 1837.

4° *Études administratives sur les Landes,* par le baron d'Hausset, préfet des Landes et de la Gironde; imprimé à Bordeaux, chez Gassiot fils aîné, en 1826.

5° *Amélioration des Landes de Gascogne, ou Travaux à faire pour l'assainissement et la culture des Landes, et des Canaux de jonction de l'Adour à la Garonne,* par Deschamps, inspecteur général des ponts et chaussées; imprimé à Paris chez Carillian Gœury, quai des Augustins, 41, avec plans et gravures à l'appui.

6° *Mémoire sur le canal des Grandes-Landes établissant la jonction définitive de l'Adour à la Garonne,* par Ch. Sinot, ingénieur civil (avril 1841); imprimé à Paris chez Firmin Didot frères, rue Jacob, n° 56, 1841, avec une carte et projets à l'appui.

7° *Mémoire,* imprimé, *sur des Bassins à flot et une Banque de prêt à établir à Bordeaux,* par Balguerie; imprimé en 1839, existant à la bibliothèque de la Chambre de commerce et à celle de la ville de Bordeaux.

8° *La canalisation des Landes est une nécessité de l'époque,* par un habitant des Landes; daté de Paris, le 20 août 1854; imprimé chez Coudert, rue Porte-Dijeaux.

9° *Observations pour faire suite au Mémoire du 20 août 1854, intitulé : la Canalisation des Landes* (par un autre habitant des Landes); daté de Bordeaux, 30 octobre 1854; imprimé chez Coudert, 41, rue Porte-Dijeaux.

10° *Canaux des Landes,* extrait du journal *le Moniteur universel,* par divers auteurs; imprimé à Paris, chez Lange Lévy et C^ie^, rue du Croissant, 16, hôtel Colbert, 1841.

11° *Canal des Grandes Landes de Bayonne à Bordeaux,* par divers

auteurs; — *Délibération de la Chambre de commerce ou de la Municipalité de Bordeaux en 1842 et 1843; — Rapport au Conseil municipal et délibération prise par ce Conseil en 1838*; —*Pétition d'un certain nombre d'habitants de Bordeaux au ministre des travaux publics,* du 31 janvier 1843, laquelle démontrait que la construction du canal projeté dans les Landes procurerait une très forte plus-value au territoire des trente-trois communes traversées par le canal et par ses rigoles alimentaires navigables, d'une longueur totale ensemble de 280 kilomètres environ. Cette plus-value était estimée 104,728,177 fr., comparativement à la valeur des terrains en 1843 dans le pays, tandis que le coût du canal était évalué à vingt-huit millions de francs et son revenu net à 1,373,449 fr.

12° Brochure anonyme, imprimée chez Ragot, à Bordeaux, intitulée: *Si l'on savait s'entendre, à propos des travaux publics, dans le Sud-Ouest et dans les Landes.*

13° *Études sur les irrigations de la Camping et les travaux analogues de la Sologne*, par Hervé Mangon, ingénieur des ponts et chaussées; imprimé à Paris chez Carillian Gœury et Victor Daumont, quai des Augustins, nos 39 et 41.

14° *Recueil des délibérations du Congrès scientifique de France,* 28e session, tenue à Bordeaux; imprimé à Paris, chez Deroche, 7, rue du Bouloi, et à Bordeaux, chez Lanefranque, rue du Pas-Saint-Georges, 1862, t. I, pages 232 à 244. Observations Basse et Coutures; Mémoire Balguerie en réplique, même tome, pages 245 à 257.

15° *Rapport et délibération de la Chambre de commerce de Bordeaux sur la question des Docks depuis 1855 jusqu'aux derniers temps.*

16° *Réflexions sur les taxes et les impôts qui deviennent la conséquence de l'intervention de la Chambre de commerce dans l'affaire du bassin à flot à Bacalan-Bordeaux,* par Andriel, chevalier de la Légion d'honneur; imprimé à Bordeaux, le 15 février 1868, chez Émile Crugy, imprimeur, rue Saint-Siméon. Cet ouvrage démontre que l'État aurait dû laisser agir l'industrie de préférence ou la Compagnie qui voulait construire les docks et le canal en même temps, moyennant une subvention.

17° *Revue d'Aquitaine et du Languedoc,* par M. A. d'Acier, à Bordeaux, rue Saint-Firmin, n° 46, 1869; imprimé chez Lanefranque, rue Permentade. Lire dans ce recueil la biographie de Balguerie-Stuttenberg et de ses travaux, pages 437 à 455; pages 477 à 485, les Docks et le Canal.

18° Autres travaux de MM. Deschamps père et fils, existant à Cenon (Gironde), dans l'habitation de MM. les héritiers de l'ingénieur Billaudel.

Les publications dont la nomenclature précède vous démontrent, Messieurs, combien la question des docks et des canaux a occupé les esprits. Vous y trouverez peut-être l'utilité d'approfondir de plus en plus ces matières utiles pour les appuyer de votre autorité auprès du Gouvernement, car nous ne pouvons nous le dissimuler, votre

recommandation pourrait exercer une certaine influence. Nous vous prions de vouloir bien choisir une sous-commission d'examen des questions que nous avons soulevées. Nous offrons de communiquer les ouvrages (ci-dessus énumérés) pour faciliter ce travail. L'opinion que vous pourriez alors formuler avec plus de pureté serait mieux fondée.

M. le Dr ROLLET,

(Extrait.)

(Séance du 9 Septembre 1872.)

M. le Dr Rollet décrit le sol d'une grande propriété des environs de Bordeaux et les particularités de la culture sur ce point.

M. H. BAILLON,

Professeur à la Faculté de médecine de Paris.

Sur l'organisation des Rheum et sur la Rhubarbe officinale.

(Séance du 9 Septembre 1872.)

En 1867, M. le Dr Dabry de Thiersant a envoyé à Paris la plante thibétaine qui passe, parmi les Chinois, pour fournir les Rhubarbes de Canton et de Moscovie. Cette plante, cultivée depuis lors à Paris, dans le Jardin botanique de la Faculté de médecine, et à Bouffémont, dans la propriété de M. Giraudeau, y a pris en quelques années tout son développement. Elle nous a fourni les matériaux des recherches dont nous allons exposer les principaux résultats. Bien des notions admises et professées sur l'organisation et les produits des *Rheum* s'en trouveront modifiées; mais il est bien entendu que l'on ne saurait encore donner le dernier mot de cette question, et que rien ne prouve que cette plante soit la seule qui donne à la pratique toutes les bonnes rhubarbes asiatiques.

Il n'y a aucune des espèces de Rhubarbes connues de Linné, qui n'ait été employée en médecine. Outre le *Rheum Rhaponticum,* qui a passé de tout temps pour donner le Rhapontic, l'auteur du *Species plantarum* admettait, en 1753, deux espèces : les *R. Ribes* et *Rhabarbarum*. La première produit peut-être quelque sorte de rhubarbe

venant de Perse, mais, en général, elle n'est recherchée dans ce pays que comme alimentaire. La dernière était caractérisée par ces mots : *R. foliis subrillosis undulatis, petiolis æqualibus*, et c'est elle dont Linné changea plus tard le nom en celui de *R. undulatum;* si bien que, en 1762, il connaissait cinq espèces de *Rheum :* les *R. undulatum*, *Ribes* et *Rhaponticum*, plus le *R. compactum* et le *R. palmatum,* ainsi défini : *R. foliis palmatis acuminatis.*

Toutes ces plantes, sauf la dernière, ont été longtemps cultivées, et elles le sont encore çà et là pour la production des rhubarbes dites indigènes, de pays, etc. On leur a attribué plus d'une fois l'origine de la rhubarbe asiatique véritable, celle de bonne qualité qu'on recherche pour l'usage médical, qu'on devrait seule employer, et qui porte principalement les noms de rhubarbe de Chine et de Moscovie. Celle que le gouvernement russe achetait, vers le milieu du siècle dernier, aux marchands buchares, avait été attribuée, par Kauw-Boerhaave, aux *R. undulatum* et *palmatum*. Sous le règne de Catherine la Grande, Pallas et Georgi la crurent produite par les *R. compactum* et *undulatum*. Pallas connaissait bien le *R. palmatum;* quand il en montra les feuilles aux indigènes, dans le cours de son voyage vers l'est de l'Empire russe, il lui fut répondu que telles n'étaient point celles de la plante à la vraie rhubarbe importée en Moscovie. Si, plus tard, il changea d'avis, c'est qu'il vit, comme il était arrivé à Kauw-Boerhaave, les graines envoyées à Moscou pour celles des plantes à rhubarbe, produire des pieds des *R. palmatum, undulatum* et *compactum*. Il rapporta donc à ces trois espèces l'origine du médicament. Plus tard encore, la meilleure des sortes de rhubarbes moscovites, celle qui, réservée pour la Cour, portait le nom d'*impériale* ou *blanche*, fut attribuée au *R. leucorhizum* de Pallas. Mais, dès lors, beaucoup de savants s'accordaient à reconnaître que la véritable plante à la rhubarbe de Chine et de Moscovie n'avait pas été observée. On cultivait en Europe bien des *Rheum*, les *R. Rhaponticum, compactum, undulatum, palmatum,* et surtout, en Autriche, le *R. hybridum;* mais on ne les considérait plus que comme pouvant produire de la rhubarbe indigène, et non comme source des sortes moscovites et chinoises.

Guibourt s'était particulièrement attaché à la solution de cette question. Il savait bien qu'on « n'a jamais pu, avec le *R. undulatum*, faire de la vraie rhubarbe, » et « que la rhubarbe dite *de Moscovie*, appartient à un autre *Rheum*, qui croît dans les pays montagneux et presque inaccessibles qui bordent la Chine au nord-ouest; » il dit encore que le *R. compactum* « vit très bien dans les jardins, de même que les *R. undulatum* et *Rhaponticum*, et que toutes trois donnent des produits qui sont confondus, dans le commerce, sous le nom de *R. de*

France. » Mais ayant cultivé, entre autres espèces de Rhubarbes, le *R. palmatum,* il fut conduit à penser que c'était là l'espèce qui donne la R. de Chine, parce que la racine qu'il en obtint jouissait seule exactement de l'odeur et de la saveur de ce médicament, quoiqu'elle ne craquât point sous la dent. Toutefois, dans l'édition qu'il a donnée du *Traité des Drogues simples* de Guibourt (III, 427), M. G. Planchon fait remarquer que « ce qui rend difficile d'accepter l'opinion émise par Guibourt, c'est la différence qui existe entre la structure anatomique de la rhubarbe d'Asie et de la racine du *Rheum palmatum,* » différence sur laquelle nous reviendrons tout à l'heure, et qu'on conçoit facilement quand on sait de quelle partie du végétal est surtout tirée la véritable R. de Chine et de Moscovie.

La découverte des *Rheum* indiens, dont quelques-uns donnent à la pratique des produits d'intérêt secondaire, détourna quelque temps les savants de l'étude des rhubarbes chinoises. Guibourt parle lui-même de l'abandon général dont paraît menacé le *R. palmatum,* par suite de la découverte du *R. australe.* C'est que, en effet, Wallich, dans son exploration des montagnes de l'Inde, avait rencontré à Emodus, dans les hauteurs himalayennes de Gossain-Tham, un *Rheum* qu'il nommait *R. Emodi,* et dont il envoya à Londres, en 1828, des graines comme étant celles de la véritable rhubarbe asiatique; il supposait que les racines de cette espèce étaient envoyées de Chine à Ormuz, à Alep, à Alexandrie, et que les navires anglais les apportaient alors soit de Canton, soit d'Ormuz. Cette opinion fut immédiatement adoptée en Angleterre. Gobel fut aussi de cet avis. Mais il fut bientôt démontré : 1° que la plante n'appartenait pas à une espèce nouvelle, et qu'elle était identique (au moins en partie) au *R. australe* de Don ; 2° que la R. de l'Inde n'a aucun des caractères des sortes chinoises. Pereira a vu qu'elle était de si mauvaise qualité, qu'on n'en pouvait trouver le placement dans le commerce. La plupart fut vendue à vil prix ou expédiée aux États-Unis. Il est vrai que cette rhubarbe était avariée, et Guibourt, en brisant les morceaux, y trouva « quelques parties saines qui, par leur belle marbrure rouge et blanche, par leur saveur et par l'abondance des cristaux d'oxalate de chaux sensibles sous la dent, peuvent être comparées à la meilleure rhubarbe officinale; ». mais nous verrons bientôt que ce ne sont pas là des caractères d'une valeur absolue, quand il s'agit de cette dernière.

Il y avait d'ailleurs de bonnes raisons pour qu'on considérât comme encore inconnue la plante qui donne la vraie rhubarbe, et elles étaient tirées des caractères histologiques du médicament. Le principal parmi ceux-ci (nous verrons bientôt que tous les autres sont d'une importance fort secondaire) consiste dans la présence, sur un

fond d'une teinte jaunâtre, variable, d'un assez grand nombre de taches étoilées, que l'on a indiquées dans les ouvrages classiques comme « des cercles d'une structure particulière, qui présentent, en petit, l'apparence de la racine tout entière. » Nous reviendrons plus longuement sur ces taches, et l'on verra pourquoi elles doivent exister normalement et en grand nombre sur la plupart des véritables rhubarbes de Chine, tandis que leur présence dans les rhubarbes indigènes ne peut être qu'un fait accidentel. On aurait dû, pour d'autres motifs encore, s'apercevoir que les *Rheum* énumérés plus haut ne peuvent être les plantes à la véritable rhubarbe, pas même le *R. palmatum*, qui est celle qui lui ressemble le plus, parce que les auteurs chinois, qui connaissaient bien la plante officinale, la décrivent comme ayant « des feuilles nettement vertes dès le début, avec la taille et la forme d'un éventail ouvert, quand elles sont bien développées, et tout à fait semblables à celles du Ricin commun. » Susung déclare d'ailleurs que la partie employée comme médicament (et qu'il considère à tort comme la racine) est grosse, longue de 1 à 2 pieds, revêtue de ce qu'il appelle une écorce noire, et qu'elle est molle, humide à l'intérieur, avec un aubier jaune. Le *R. palmatum* a des feuilles toutes blanchâtres à la surface; leur sommet s'allonge plus ou moins, la forme générale de leur lobe terminal étant ovale; et l'on n'a pas fait attention à ce que répondirent à Pallas les Bourbaskis qui avaient vu la plante à la rhubarbe de Moscovie, quand il leur présenta des feuilles du *R. palmatum*. Elles leur étaient inconnues, et ils savaient bien que celles de la vraie rhubarbe étaient arrondies, et non allongées, marquées sur les bords d'un grand nombre d'incisions. Comme, en même temps, il fallait une plante à feuilles franchement vertes, on conçoit que Georgi ait cru reconnaître dans les descriptions vagues de quelques Cosaques le *R. undulatum;* mais celui-ci, de même que le *R. compactum,* donne un produit uniquement extrait de ses racines et qui diffère totalement des sortes officinales véritables.

Les meilleures rhubarbes de Chine et de Moscovie se tirent non pas des environs de la grande muraille de la Chine, comme on le pensait au temps de Linné, mais d'une plus grande distance au Sud-Ouest; et Guibourt supposait avec raison qu'elles viennent probablement du Thibet. Il y a là des raisons géographiques et politiques même pour que la plante ait été si longtemps inconnue aux Européens et aussi à la plupart des Chinois. Les régions où elle croît sont presque inaccessibles. M. le Dr Thorel a peint, dans sa thèse sur le *Voyage d'exploration du Mékong,* cette « mer de montagne, » qui défend l'accès du Thibet à ceux qui viennent du Sud, et cette série de fortifications naturelles, étagées les unes au-dessus des autres,

dont la masse est pour ainsi dire inaccessible. C'est au sommet de ces gigantesques défenses naturelles que sont les plateaux des lamaseries où s'exploitent les rhubarbes thibétaines. C'est de là que revenaient ces caravanes qui, elles-mêmes, ont rencontré d'autres troupes de voyageurs et de trafiquants, dont nos compatriotes ont appris qu'ils étaient bien loin encore du pays de production de la Rhubarbe. Par le Yunan, les difficultés sont grandes aussi; l'expédition française ne put arriver jusqu'à ces plateaux élevés. « La *Rhubarbe de Chine,* dit M. Thorel, provient principalement du Thibet; on en récolte pourtant un peu dans les quelques hautes montagnes du Yunan et du Set-Chouan, qui avoisinent le Thibet; ainsi, on la rencontre sur la montagne de Likiang, qui n'a pas moins de 5,000 mètres d'altitude, et dont le sommet est couvert d'une neige éternelle. S'il faut s'en rapporter aux indigènes, cette plante ne croît vigoureusement qu'à la limite des neiges, à 4,000 mètres environ. C'est au moment où nous apercevions dans le lointain cette belle montagne, qu'il nous a fallu, à notre grand regret, revenir sur nos pas; de sorte que nous n'avons pas pu vérifier si c'est bien, comme on le suppose, le *Rheum palmatum* qui produit les racines expédiées en Europe.

A ces difficultés, qui tiennent à la configuration du pays, il s'en est joint de plus curieuses, qu'explique bien l'intéressante lettre écrite par Mgr Chauveau, vicaire apostolique du Thibet, à l'auteur d'une thèse récente et fort remarquable sur les rhubarbes, soutenue, il y a deux ans, par M. E. Collin : « Il fut un temps, dit le prélat, où la rhubarbe formait une branche considérable du commerce au Thibet. Les lamas, qui s'en aperçurent et qui sont les maîtres souverains du pays, prétendirent et prétendent encore qu'il y a dans cette plante quelque chose du *divum quid* d'Hippocrate; ils en conclurent que les montagnes qui fournissaient la rhubarbe sont des terrains aimés des dieux, et, en conséquence, que cette médecine appartient aux lamaseries. La récolte est donc soumise à des cérémonies tout à fait particulières et terminée par des imprécations terribles contre tous ceux qui, jusqu'à la récolte prochaine, oseraient s'introduire sur la terre sacrée..... J'ai dit plus haut que la rhubarbe avait autrefois formé une branche très importante de commerce dans ce pays; mais aujourd'hui, comparativement du moins, ce commerce a bien diminué. On a tellement torturé cette pauvre plante que l'espèce va décroissant en quantité et en qualité. D'ailleurs, le médecin chinois recourt beaucoup plus rarement à l'emploi de la rhubarbe dans sa thérapeutique. Le lama, perdant beaucoup de son ancien prestige, ne peut plus, comme autrefois, protéger ses forêts contre les pillages des Thibétains; et le

Chinois, qui s'insinue partout et qui ne croit ni à Dieu, ni à diable, ne se fait aucun scrupule de dévaliser la terre des dieux quand l'occasion s'en présente. » Et c'est par un Chinois probablement qu'elle s'est présentée pour M. Dabry ou ses correspondants de se procurer la fameuse plante à la rhubarbe officinale. Tous ce que nous savons, c'est qu'elle provient du Thibet et qu'elle est originaire de la portion orientale de ce pays, limitrophe de la Chine. C'est de là qu'elle est parvenue, par l'intermédiaire du P. Vincot, missionnaire du Set-Chuan, à M. Dabry, consul de France, qui l'adressa en 1867 à la Société d'acclimatation de Paris. Quand cet envoi arriva en France, M. L. Soubeiran constata avec chagrin que la vaste caisse où avaient été empilés les pieds de rhubarbe ne renfermait plus qu'un énorme magma en putréfaction. Heureusement que le plus habile de nos horticulteurs, M. L. Neumann, observa dans la masse quelques corps globuleux, rougeâtres, semblables à des bourgeons, qu'il essuya et plaça sur terre de façon à leur faire développer des racines adventives. Bientôt les écailles qui enveloppaient ces bourgeons se déchirèrent, s'étalèrent et laissèrent sortir quelques petites feuilles. Celles-ci tombèrent à l'arrière-saison, laissant à nu une très courte tige brune, à peine saillante, laquelle, après le repos de l'hiver, s'allongea en produisant de nouvelles feuilles, des bourgeons axillaires; on put alors étudier quelques-uns des caractères de cette espèce.

Les premières feuilles qui se développèrent sur la plante présentèrent, avec de plus petites dimensions, tous les caractères que devaient avoir les feuilles plus âgées, et elles peuvent, dès cet âge, servir à caractériser l'espèce. Elles ont bien, avec une teinte vert clair uniforme, cette forme d'éventail étalé dont parlent les médecins chinois, ou encore l'apparence de celle des Ricins. Leurs dimensions peuvent être considérables, puisqu'on en a mesuré qui atteignent à peu près un mètre et demi de longueur (dont cinquante centimètres environ pour le pétiole, et le reste pour le limbe). Quant à la forme générale du limbe, abstraction faite de ses découpures, on peut dire qu'elle est orbiculaire; mais il faut ajouter qu'il est, dans les feuilles adultes, un peu plus large que long. Sa base est profondément échancrée. Là, il est digitinerve avec cinq grosses nervures qui s'étalent en divergeant, à peu près à des distances égales. Le parenchyme ne s'étend pas en dehors jusqu'à la base des deux nervures les plus extérieures; disposition qui s'observe dans plusieurs *Rheum*, mais qui est ici très prononcée; si bien que le bord extérieur de ces nervures est nu dans une étendue de plusieurs centimètres, au-dessus desquels le parenchyme se termine par une sorte d'auricule arrondie, très manifeste. Si donc on voulait exactement définir la forme de ce limbe qui, largement échancré, cordé à la base, est un peu plus large que long.

comme nous l'avons dit, il faudrait en somme le décrire comme réniforme. Quant aux découpures des bords, elles répondent d'abord aux grosses nervures primaires, si bien qu'elles forment cinq lobes peu profonds, le terminal moins saillant que les latéraux; puis les bords de chacun de ces lobes sont eux-mêmes inégalement incisés, leurs divisions répondant au sommet des petites nervures qui sont de divers ordres, leur disposition étant pennivéniée, puis anastomosée-réticulée, avec des mailles larges et inégales. Tout ce rameau de nervures épaisses et charnues proémine à la face inférieure du limbe; et là, sur les nervures aussi bien que dans leurs intervalles, tandis que la face supérieure est glabre, d'un vert gai, légèrement luisante. tout le limbe est parsemé d'un duvet fin, mais court, formé de petits poils blancs et dressés, qui persistent jusqu'à la fin. Quant au pétiole, fortement dilaté à sa base (dont la largeur peut dépasser cinq centimètres) et épanoui en un ocrea d'abord lisse, rougeâtre, membraneux, plus tard irrégulièrement déchiré, mais subsistant longtemps sur la tige et les branches où il devient finalement brun, il est presque cylindrique, ordinairement un peu aplati sur le milieu de sa face interne, mais totalement dépourvu de sillon, et toute sa surface est tapissée de la fine villosité que porte le limbe.

Les feuilles paraissent dès la fin de l'hiver, comme dans la plupart de nos *Rheum;* elles sont alors involutées-plissées-corruguées, rougeâtres et presque glabres, sauf le pétiole qui est jaunâtre. Alors que ces feuilles ont déjà pris un grand développement, de jeunes rameaux herbacés peuvent sortir verticalement des tiges épaisses; rameaux grêles, qui sont chargés de quelques feuilles alternes, distantes, à limbe peu développé, tandis que l'ocrea l'est beaucoup. Je ne sais si ces petits axes ne sont pas des rameaux florifères qui, dans une plante encore trop jeune, s'arrêtent dans leur évolution. Lorsqu'il s'agit de véritables branches à fleurs, les axes herbacés qui les porteront, hauts de deux mètres et demi environ, épais, charnus, légèrement anguleux, s'élancent, en avril ou en mai, chargés de feuilles alternes, assez distantes les unes des autres, semblables à celles de la tige, mais de plus en plus petites. Une seule plante, portant cinq ou six de ces inflorescences dont toutes les fleurs sont d'un blanc verdâtre, rappelle de loin, par sa portion supérieure, ces beaux *Gynerium* qu'on cultive dans nos jardins. Les axes se ramifient beaucoup au sommet, et leur extrémité devient penchée, probablement sous le poids des milliers de fleurs qu'elle porte. Celles-ci sont disposées en grappes très ramifiées de cymes; leurs pédicelles grêles sont articulés vers leur base, accompagnés de bractéoles bien plus courtes qu'eux-mêmes et qui finissent par brunir.

Les fleurs sont à peu près celles de tous les *Rheum,* mais sur-

tout de ceux où la périgynie n'est pas ou est à peine indiquée. Leur réceptacle a la forme d'un cône très surbaissé. Les six folioles ovales-oblongues du périanthe sont à peu près toutes de même longueur; les intérieures sont seulement un peu plus larges. Les neuf étamines, presque complètement hypogynes comme le périanthe dont elles n'atteignent pas tout à fait la hauteur, ont un filet subulé et une anthère ovale, oscillante, introrse, jaune, avec deux loges déhiscentes suivant leur longueur, indépendantes inférieurement l'une de l'autre. Le disque est représenté par trois glandes, ou à peu près égales et situées en face des sépales extérieurs, irrégulièrement trapézoïdales, épaisses, charnues, à bord supérieur mousse, inégalement crénelé ou lobé, ou unies entre elles et plus ou moins confondues d'une façon très variable. Leur teinte est d'un vert foncé. Le gynécée, plus court que les étamines, est celui de tous les *Rheum;* son ovaire trigone et glabre est surmonté d'un style à trois branches pâles, recurvées, dilatées chacune en une énorme tête stigmatifère, suborbiculaire ou échancrée en dedans et réniforme, souvent déprimée au centre. Le fruit nous est encore inconnu, mais M. Dabry sait qu'il a été observé.

A ces caractères, on reconnaît une espèce du genre *Rheum* qui doit être rangée dans le § 1 de ce genre, tel qu'il a été défini par M. Meissner dans le *Prodromus,* en ces termes : « *Racemi paniculati. Folia dentata vel laciniata.* » Deux espèces seulement y constituent ce petit groupe, le *R. palmatum* L. et le *R. hybridum* Murr., avec sa variété *glabrum* (ou *dentatum* de Martius). Cette dernière plante, par ce qu'on dit de ses grandes dimensions et de sa floraison un peu tardive, me semblait devoir être très analogue, sinon identique, à la plante de M. Dabry. Le pied vivant que nous en avons reçu du Jardin royal de Munich est une plante toute différente, et c'est elle sans doute qu'au Jardin de Berlin on a nommée *R. compactum* var. *dentatum.* La caractéristique du *R. hybridum,* telle qu'elle se trouve dans le *Prodromus,* indique d'ailleurs, et avec raison, cette espèce comme pourvue de feuilles à pétiole canaliculé en dessus et à feuilles ovales, et, en effet, le lobe terminal s'y trouve plus long et bien plus saillant que les autres; caractère qui ne se retrouve pas dans la feuille plus large que longue de notre plante. Cette dernière est encore pubescente jusqu'au bout, tandis que la variété *glabrum* du *R. hybridum* tire précisément son nom de ses feuilles : *foliis demum glaberrimis.* » Le *R. palmatum* est décrit, au contraire, comme ayant des pétioles subcylindriques et des limbes suborbiculaires-cordés, palmatilobés, légèrement scabres. C'est lui qui ressemble le plus, sans contredit, à notre espèce, et il en est extrêmement voisin, ce qui explique qu'on

l'ait pris souvent pour la plante à la vraie rhubarbe; mais la profondeur des échancrures et le revêtement blanc et rugueux de toute la surface de son limbe lui donnent un cachet très différent. Maintenant, il est possible, comme l'hypothèse en a été, je crois, exprimée, que, de même que le *R. undulatum* et ses formes, notre Rhubarbe ne soit qu'un hybride, un résultat du croisement du *R. palmatum* avec quelque autre espèce d'une autre section du genre, comme les *R. Rhaponticum, undulatum,* ou tout autre. Nous n'en savons rien, pas plus que de l'origine de la plupart des espèces ou de ce qu'on considère comme tel; il fallait un nom particulier pour distinguer la plante que M. Dabry a importée comme produisant la rhubarbe, et c'est de là que nous avons provisoirement tiré son nom spécifique, dans la caractéristique sommaire que nous en avons donnée dans l'*Adansonia* (X, 246) et que nous modifions ici légèrement.

RHEUM OFFICINALE.

Planta perennis e basi valde ramosa, caule ramisque brevibus crassissimis (humani brachii v. cruris crassitudine) supra terram (25-40 cent.) prominulis frutescentibus, cicatricibus v. vestigiis parum (atro-fuscatis) foliorum ocrearumque notatis, extus fuscatis, intus carnosis v. subpulposis succoque lutescente v. subaurantiaco rhabarbari officinalis scatentibus. Folia alterna approximata ampla (juniora rubescentia), ocrea obovoidea glabra (pallide virescente v. nunc rubescente) sublucida, demum inæquali-fissa, involuta; petiolo (ad $\frac{1}{2}$ metrali) e basi valde (lat. 4—5 $\frac{1}{2}$ cent.) dilatata compressa subcylindrico, intus haud sulcato, nunc paululum ad medium complanato, albido-pubescente; limbo (ad 1 metr. et ultra longo latoque) paulo latiore quam longiore, orbiculari-subreniforni, basi 5-nervio digitatim subflabellato, ambitu breviter 5-lobo; lobis inæquali-incisis; terminali lateralibus haud longiore v. paulo breviore; nervis venisque reticulatis subtus valde prominulis crassis, uti pagina infera tota, sed ditius, pube albida tenui villosulis; nervis inferioribus 2, extus ad basin (inde spurie cordatam) nudatis; parenchymate petiolum summum haud attingente ibique nunc inde subauriculato. Ramuli nunc juniores e stipite assurgentes herbacei, foliis paucis parvis remote alternis instructi (inflorescentiæ (?), ut videtur, abortivæ). Inflorescentiæ fertiles (ad 2 $\frac{1}{2}$ metr. altæ) erectæ foliatæ, ad apicem ramosæ; ramis apice nutantibus flores crebros (pallide virescentes) cymosos gerentibus; pedicellis gracilibus ad basin articulatis; bracteis brevissimis (pedicello 5, 6-plo brevioribus), demum

fuscatis. Sepala subhypogyna oblongo-obovata; interiora 3 paulo latiora. Discus e glandulis 3 constans, sepalis exterioribus antepositis, aut omnino liberis, aut irregulariter inter se connatis, inæquali-obtrapezoideis carnosulis, apice crasso obtuso plus minus crenato-lobatis (dense viridibus). Stamina 9, subhypogyna; perianthio paulo breviora; filamentis subulatis demum subæqualibus; antheris ovatis, apice muticis v. marginatis; loculis (luteis) basi liberis, caducissimis. Gynæceum staminibus brevius; germine pyramidato-3-gono (viridi); styli 3-partiti ramis (albidis) recurvis, apice stigmatoso suborbiculari-dilatatis, intus subreniformibus et centro nunc nonnihil depressis. Ovulum ut in genere; cæteris hucusque ignotis (v. v. cult.).

Les organes de la végétation de la Rhubarbe officinale se comportent, pendant les premières années, comme ceux des autres espèces herbacées cultivées dans nos jardins depuis de longues années. Sur des pieds connus pour avoir environ un demi-siècle, les feuilles de l'année, une fois tombées, la plante n'est plus représentée que par une souche souterraine et par des racines quelquefois énormes, tandis que les portions aériennes disparaissent pour tout l'hiver à peu près complètement. C'est à peine si, sur certains pieds, on aperçoit encore à fleur de terre le sommet brunâtre, entouré de squames sèches, d'une tige ou d'un rameau. Mais dès la troisième ou la quatrième année, notre plante a présenté un mode d'évolution tout à fait différent. Les racines périssaient en partie l'hiver, si bien que le pied ne tenait plus solidement au sol, dont il eût été assez facile de l'arracher. Quant à la tige et à ses rameaux principaux, au lieu de demeurer sous terre après la chute des feuilles, ces parties s'étaient assez développées au-dessus du sol pour former de véritables axes aériens, dont le nombre augmente, bien entendu, avec l'âge, et qui persistent dans l'air pendant l'hiver, alors qu'il n'y a plus aucune partie verte sur la plante. Ces axes aériens, qui atteignent environ un pied de longueur, et que pour leur forme, leurs dimensions et leur couleur, on compare vulgairement à des obus, ont déjà, à l'époque où nous les observons, jusqu'à la grosseur de la jambe de l'homme, et ils sont à peu près noirâtres. Cette coloration est due à ce qu'on appelle leur écorce; mais si l'on regarde en quoi consiste cette dernière, on voit qu'elle constitue une sorte de revêtement formé des bases des feuilles de l'année précédente et de leurs ocreas, desséchés, brunis, plus ou moins étroitement imbriqués. Quelques-uns de ces appendices noirâtres sont, çà et là, soulevés par leur bourgeon axillaire qui est globuleux, rougeâtre, de la grosseur d'une noisette ou à peu près, et dont la présence démontre bien la signification de

l'organe desséché dans l'aisselle duquel il est placé. C'est parce que quelques-uns de ces gros bourgeons axillaires se développeront, dans la période suivante de végétation, que les axes aériens de notre *Rheum* iront chaque année en se ramifiant davantage. C'est aussi parce que quelques-uns d'entre eux, entourés de lames bractéales étroitement serrées et imbriquées, avaient persisté dans la masse en fermentation qui arriva du Thibet à Paris, que la plante a pu être conservée. C'est grâce à eux aussi qu'elle pourra facilement se multiplier; car un de ces bourgeons, détaché et planté convenablement, peut, dans de bonnes conditions, développer sur la cicatrice de sa base des racines adventives et reproduire aisément la plante. Quant à la base même de la tige, en partie détruite et tronquée sous le sol à mesure que les rameaux aériens prennent plus de développement, elle produit vers sa portion inférieure d'autres racines adventives qui sont destinées à nourrir la plante pendant les périodes de végétation. A proprement parler, notre *Rheum* est donc une plante frutescente, mais dont les tige et rameaux aériens ont une épaisseur et une consistance toute particulière. C'est d'eux sans doute que parlait Susung, quand il décrivait cette masse charnue, humide, d'un jaune intense, à aubier richement développé et succulent, qui s'emploie comme médicament. La substance usitée en médecine est ici en grande partie une portion de la tige et d'une tige aérienne. Quand on la monde de son écorce, dit-on, on n'enlève, en réalité, qu'une petite fraction de sa véritable écorce, laquelle est très épaisse et très charnue, et, avec elle, les restes de feuilles, d'ocreas et de bractées qui s'implantent à sa surface; mais on laisse autour du bois la plus grande portion de la véritable écorce, et il est facile de trouver, sur la plupart des morceaux de rhubarbe du commerce, la limite qui sépare l'une de l'autre ces deux zones.

Si, dans les rhubarbes indigènes et dans plusieurs de celles que l'on substitue à la rhubarbe chinoise, c'est la racine ou une souche souterraine qui fournit le médicament, tandis que dans cette dernière, ce sont surtout des axes aériens, la conséquence doit en être une différence considérable dans l'organisation anatomique de ces diverses substances; et c'est là ce qui explique précisément les particularités histologiques que nous observons dans bien des morceaux de la véritable rhubarbe du Thibet.

Alors que la plante introduite par M. Dabry nous était encore complètement inconnue, nous avions tenté, pour la rhubarbe comme pour beaucoup d'autres médicaments, de déterminer si la portion souterraine employée en thérapeutique presque constamment sous le nom de racine, est en réalité une racine et non une tige souterraine.

Il y a un grand nombre de plantes médicinales pour lesquelles cette dernière alternative est la seule vraie; et l'on sait bien aujourd'hui que de prétendues racines, comme celles des *Iris,* Benoite, Tormentille, Fraisier, Bistorte, Chiendent, etc., etc., sont des rhizomes, c'est-à-dire des tiges souterraines. Pour les *Rheum* indigènes, nous étions, au contraire, arrivé à cette conclusion, que la portion souterraine employée est bien la racine, comme dans le Jalap, l'Aconit Napel, la Pivoine officinale, le Raifort, etc.; et cela, grâce à une expérimentation de plusieurs années, dont nous ne croyons pas complètement inutile d'indiquer ici sommairement les principaux résultats.

En semant les rhubarbes communes de nos jardins, comme les *R. hybridum, compactum,* etc., on obtient très facilement des germinations, et l'on constate que, dans ces espèces, il se forme rapidement un grand pivot qui persiste pendant plusieurs années successives et qui va toujours s'allongeant et s'épaississant. A voir ce fait, sur des pieds dont nous suivions le développement depuis cinq ou six années, nous avions dû admettre que la portion souterraine des *Rheum* employée comme médicament est bien la racine, et non une tige souterraine. Aujourd'hui, il est vrai, nous avons appris qu'il n'en est ainsi que pour les rhubarbes dites d'Europe; toutefois l'étude longtemps poursuivie de ce long pivot n'a pas été sans profit et sans intérêt. Elle nous a montré d'abord le siége de la substance active de la rhubarbe, laquelle, apparaissant dès les premiers temps de la végétation, se reconnaît à tout âge à sa couleur jaune et à sa saveur amère. Alors que tout le reste du jeune pivot est semblable à celui d'une foule de racines potagères à écorce épaisse et charnue, et dont le parenchyme est seulement remarquable par la présence dans ses cellules de grains d'amidon abondants ou de cristaux d'oxalate de chaux, il y a certaines cellules, situées dans certaines régions du pivot, qui se colorent en jaune; elles sont situées, les unes dans le parenchyme central; les autres dans le parenchyme cortical; et il y en a qui relient les unes aux autres, c'est-à-dire qui suivent le trajet des rayons médullaires. Ces cellules à contenu coloré forment ainsi, sur une coupe transversale, des séries plus ou moins interrompues qui partent en rayonnant de la moelle et qui, parvenues dans l'écorce, s'inclinent ou s'arquent plus ou moins brusquement à droite ou à gauche. Leur nombre augmente naturellement d'année en année, et bientôt tout le pivot en acquiert une teinte jaunâtre uniforme, même à la surface. Il ne porte que de fines racines latérales; et, à la fin de la première année, on voit près de sa base les cicatrices de quelques feuilles produites pendant cette période. Elles sont surmontées de quelques jeunes feuilles qui ont une petite gaîne manifeste, s'emboîtant étroitement

les unes dans les autres et ne se développant qu'après le repos de l'hiver. Tantôt ce bourgeon principal, répondant au sommet de la tige primitive, persiste et s'allonge pendant quelques années, tantôt au contraire, et j'en ai vu de nombreux exemples dans le *R. undulatum,* il se détruit pendant l'hiver. Dans ce cas, la végétation de la plante reprend au printemps avec la même racine qui grossit davantage; mais les feuilles qui se développent alors appartiennent à un ou deux bourgeons latéraux qui répondent aux aisselles de la première ou des deux premières feuilles de l'axe principal. Ces mêmes bourgeons latéraux se développent aussi dans bien des jeunes pieds dont le bourgeon primaire n'a pas encore été détruit; mais, dans ce cas, les feuilles qu'ils portent sont moins grandes et s'élèvent, on le conçoit, moins rapidement. Il n'en est pas moins vrai que dès lors la très courte tige de ces *Rheum* est déjà un sympode; et si alors on fait une coupe transversale tout contre le collet, on y voit au moins deux sections transversales : l'une, très grande, est celle de l'axe principal, et l'autre, tout à fait excentrique, très petite par rapport à la première, reléguée vers la surface du parenchyme cortical épaissi de celle-ci, est la coupe d'un rameau secondaire. On pourrait, bien entendu, voir deux ou trois de ces petites sections transversales, s'il y avait deux ou trois bourgeons latéraux qui se dévelopassent et que la coupe passât à un endroit convenable. Mais chacune de ces sections étant celle de la portion basilaire d'un rameau qu'elle rattache à l'axe principal, son organisation histologique doit être la même, et de là l'apparence rayonnée qu'on y constate et qui ne fera que s'accentuer avec l'âge.

Ceci étant posé, on s'explique aisément ce qui arrive dans les tiges et les branches aériennes, courtes et épaisses, de notre rhubarbe du Thibet. A chacun des bourgeons axillaires, vigoureux, qui occupent l'aisselle des feuilles, et aussi à chacune des racines adventives qui se produisent vers la base détruite chaque année de la portion souterraine, répondent des cylindres à structure analogue à celle d'une tige ou d'une racine, qui traversent obliquement l'écorce épaisse et charnue, pour aller se relier au bois de l'axe principal. Et comme c'est une erreur de dire que la rhubarbe est mondée de son écorce; comme le couteau n'a fait qu'enlever les couches les plus superficielles de cette dernière, la lame a produit en passant des coupes plus ou moins obliques de tous ces petits axes enchâssés dans la gangue corticale; et ces coupes constituent les taches étoilées dont il a été si souvent question dans ces dernières années. Dans chacune de ces taches, il y a des rayons médullaires nombreux et des faisceaux interposés, tranchant les uns sur les autres, comme dans l'axe principal, par

leur coloration et leur consistance différentes. C'est toujours, ici comme ailleurs, dans les cellules des rayons médullaires, disposées sur une ou plusieurs rangées parallèles, que se voit la substance ctive, jaune et amère.

Les conséquences de ce qui précède sont nombreuses. Premièrement, si les rhubarbes dites de Chine et de Moscovie (en dehors des mélanges que l'on peut considérer comme des falsifications) sont le produit d'une seule espèce botanique, produit issu du Thibet et dirigé, soit vers l'Est pour constituer de la rhubarbe dite de Canton, soit vers l'Occident et devenant alors de la rhubarbe moscovite, il n'est pas étonnant que beaucoup d'auteurs, s'occupant de cette question et comparant certains morceaux de la drogue russe à certains fragments du médicament chinois, aient pu déclarer qu'ils ne voyaient entre les uns et les autres aucune différence histologique constante et absolue.

En second lieu, la disposition relative des différentes portions de la rhubarbe, la fréquence, la direction, la forme de la zone centrale, ou *cercle pulvérulent* de M. Berg, de la couche foncée annulaire extérieure au vrai bois, et des taches étoilées elles-mêmes, doivent être, dans une seule et même sorte commerciale, extrêmement différentes suivant le sens dans lequel a été opérée la division des morceaux lors de la récolte. Une branche peu volumineuse peut avoir été coupée seulement en travers, suivant deux plans perpendiculaires à son axe; et les divers systèmes histologiques s'y agenceront régulièrement comme des étuis emboîtés, tandis que les grosses tiges ont été fendues par deux ou trois, quelquefois par quatre sections, chaque morceau étant ensuite repris et taillé d'une façon variable, plus ou moins obliquement à ses extrémités. Alors souvent la rhubarbe prend cette forme en sabot de cheval, qui s'observe dans de très belles sortes où les deux faces plane et convexe des fragments sont forcément dissemblables comme organisation. Sur la face plane (interne) les étoiles peuvent manquer, si la section a passé trop près du centre de l'axe; elles peuvent être abondantes si la grande épaisseur de ce dernier a permis qu'elle passât vers le milieu de la couche corticale; elles peuvent être à peu près circulaires, si la section a été faite avec une certaine obliquité, c'est-à-dire perpendiculairement à la direction des faisceaux. Et quant à la surface convexe (extérieure) de cette rhubarbe en sabot, elle peut aussi, çà et là, présenter des traces d'étoiles, quand cette opération, qu'on a qualifiée d'écorcement, a enlevé une épaisseur un peu considérable de l'écorce. Mais ce qui se remarque plus ordinairement à la surface des morceaux, c'est la présence d'un fin réseau losangique sur le peu de valeur duquel nous reviendrons tout à l'heure.

Troisièmement, si la rhubarbe du Thibet porte quelquefois, lorsqu'on l'arrache, de véritables racines assez volumineuses pour qu'on puisse les couper en cylindres étroits et les expédier en Europe, ces portions ne sauraient avoir la même organisation que les tiges, et c'est ce qui se voit bien dans la sorte commerciale que Pereira a décrite, en Angleterre, sous le nom de *Canton Stick Rhubarb*. Ses morceaux sont cylindriques et n'ont pas un pouce de diamètre; mais on ne peut guère douter qu'ils proviennnent de la même plante que la bonne rhubarbe de Chine ou de Moscovie, avec laquelle ils sont parfois mélangés. Et cependant, ils ont au fond tout à fait la structure anatomique de nos Rhapontics vulgaires, et cela, parce qu'ils sont formés par de véritables racines, comme tant d'autres produits européens, dits rhubarbes de pays, longuement étudiés au point de vue anatomique par la plupart des auteurs classiques, et qui présentent toute la structure en couches concentriques d'une racine, ordinairement écorcée.

Il y a des caractères dont nous ne parlons pas, attendu que, d'après ce qui précède, leur valeur ne saurait être considérable. Le plus ou moins de substance colorante qui donne au médicament des teintes un peu variables, doit tenir et à l'âge de la plante, et aux conditions dans lesquelles elle a végété, peut-être aussi à l'époque de la récolte. Il en est de même de la proportion des cristaux d'oxalate de chaux, qui doit varier dans les mêmes circonstances; ce qui fait que certaines rhubarbes chinoises, les plus belles que l'on pût voir comme sortes commerciales au dire des connaisseurs, ne croquaient aucunement ou seulement fort peu sous la dent. Un autre caractère auquel, autrefois, on a accordé aussi une valeur considérable, est celui du réseau à mailles losangiques qui se trouve vers la surface extérieure des morceaux. Comme il est dû à la disposition réciproque des faisceaux corticaux et des rayons médullaires interposés à ceux-ci dans l'écorce, on conçoit qu'ils se rencontrent aussi bien dans une racine que dans une tige, et qu'ils existent au maximum dans certaines de ces petites rhubarbes en bâton dont la valeur commerciale est minime; on conçoit aussi qu'ils se modifient suivant l'épaisseur de la couche extérieure qu'on enlève, quand, suivant une expression dont nous connaissons actuellement l'inexactitude, on dépouille une rhubarbe de son écorce.

Ayant prélevé avec prudence, et à plusieurs reprises, des fragments de la tige du pied principal cultivé dans le Jardin de la Faculté, j'ai pu constater que son tissu est charnu, pulpeux, gorgé d'un suc jaune-orangé, tres odorant et amer, absolument comme les morceaux de la bonne rhubarbe officinale, et j'y ai rencontré de nombreuses taches étoilées, de même qu'à la surface un réseau losangique, mais

à mailles peu apparentes. Si petits qu'aient dû être les fragments soumis à l'examen, comme je m'y suis pris à des époques très diverses, j'ai déjà pu constater des faits qui prouvent que des différences considérables doivent être observées dans les produits destinés à la médecine, suivant l'âge de la portion employée, la saison de la récolte et le mode de dessiccation. Selon que ce dernier varie, on obtient des fragments jaunes ou plus ou moins noirâtres, plus ou moins résistants. Quand la tige est molle, aqueuse, qu'elle conserve longtemps son humidité, elle revient sur elle-même en séchant lentement, et ses marbrures, blanches et d'un jaune un peu rosé au début, s'effacent plus tard en grande partie. Il est probable que la nature du sol doit aussi influer sur les qualités du produit, l'espèce botanique demeurant toujours la même. Toutes ces conditions devront être prises en considération, si l'on se décide jamais à cultiver chez nous cette plante pour ses produits. Elle commence à se répandre dans les jardins comme espèce à feuillage ornemental; elle y produira un grand effet et elle s'y vulgarisera bientôt, puisque sa reproduction par bourgeons est facile, et qu'elle supportera sans doute en pleine terre nos hivers les plus rigoureux (1).

M. Ph. VAN TIEGHEM,

Maître de conférences à l'École normale supérieure,

et M. LE MONNIER,

Agrégé-préparateur d'histoire naturelle à l'École normale supérieure.

Sur les Circinella, genre nouveau de la famille des Mucorinées.

(Séance du 9 Septembre 1872.)

Le genre nouveau de Champignons que nous faisons connaître aujourd'hui appartient à la famille des Mucorinées, qui fait depuis quelque temps l'objet de nos études communes.

Le filament fructifère y est recourbé en crosse au-dessous du sporange. Par ce caractère, d'où nous avons tiré le nom générique de *Circinella*, ces plantes se distinguent aussitôt de toutes les autres Mucorinées. Le sporange, ainsi réfléchi le long du filament qui le porte, est de forme sphérique et muni d'une grande columelle cylindroconique; sa membrane est granuleuse, non diffluente, et elle se déchire circulairement à la maturité, en laissant une large cupule

(1) Voir à la fin du volume la planche et son explication.

autour de la base de la columelle, pour mettre en liberté un grand nombre de petites spores sphériques.

Par la persistance du filament sporangifère circiné, la grandeur et la déhiscence du sporange, le développement de la columelle, la multitude et la forme des spores, les *Circinella* diffèrent déjà beaucoup de l'*Helicostylum* de Corda, dont le filament sporangifère est aussi enroulé, quoique d'une tout autre façon. Mais il y a plus. Nous avons montré, dans un travail antérieur (1), que l'*Helicostylum elegans* de Corda possède deux sortes de sporanges. Un grand sporange à columelle, semblable à celui qui caractérise le *Mucor Mucedo*, termine le filament principal dressé. Celui-ci porte latéralement des branches dont les rameaux, enroulés en spirale, se terminent par autant de petits sporanges sans columelle. Ces deux formes de fruits peuvent être aussi totalement dissociées, et la plante se présente alors sous deux aspects différents : ici, elle n'a que de grands sporanges columellés, portés par des filaments droits; là, que de petits sporanges sans columelle, terminant des rameaux tortillés. Corda n'a connu que ce second aspect. Ainsi, l'*Helicostylum elegans* est une Mucorinée hétérosporangiée, au même titre que le *Thamnidium elegans*, dont Eschweiler a décrit et figuré, dès 1822, la forme à petits sporanges sous le nom de *Melidium subterraneum* (2), au même titre encore que la Mucorinée très différente, décrite et figurée pour la première fois en 1863, par M. Fresenius (3), qui ne la confondait alors avec le *Thamnidium* ou l'*Ascophora elegans* que parce que ce dernier lui était demeuré inconnu (4). C'est dire combien l'*Helicostylum* est éloigné des *Circinella*, dont tous les sporanges sont semblables, qui est une Mucorinée essentiellement homosporangiée.

Nous connaissons actuellement deux espèces de *Circinella*, bien distinctes l'une de l'autre, et que nous allons caractériser.

Circinella umbellata. — Dans la première, que nous nommons *Circinella umbellata*, le filament fructifère, dressé sur le mycelium, se termine par un sporange circiné, sous lequel se développent aussitôt, en des points rapprochés et d'un seul côté, un certain nombre de rameaux courts, enroulés en crosse l'un vers l'autre, et qui portent des sporanges semblables : leurs spores sphériques ont $0^{mm}006$ à

(1) *Journal de l'Institut*, 13 mars 1872, et *Comptes-Rendus*, 8 avril 1872.

(2) Eschweiler, *De Fructificatione generis Rhizomorphæ*, 1822.

(3) G. Fresenius, *Beiträge zur Mykologie*, p. 96, pl. XII, fig. 13-16.

(4) Cette dernière plante, décrite par M. Fresenius, paraît avoir été rencontrée récemment par M. Klein qui, la croyant nouvelle, lui a appliqué le nom fort impropre de *Bulbothamnidium elegans*. (*Verhandlungen der K. K. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien*, t. XX, p. 557, 1870.) Nous l'avons aussi retrouvée et étudiée dans la suite de nos recherches; nous la nommons *Chlœtostylum Fresenii*.

0^{mm}008. Tous ensemble et avec l'extrémité recourbée du filament principal, ces rameaux, dont on peut compter jusqu'à vingt, forment une sorte d'ombelle fructifère à la fois terminale et unilatérale. Sous cette ombelle, et du même côté, naît un rameau végétatif plus gros, qui se relève en la contournant et tend à se mettre dans le prolongement du filament principal en formant une sorte de baïonnette. Il s'allonge ensuite, se raidit en déjetant l'ombelle, et après un certain temps il se termine à son tour par une ombelle semblable à la première et munie d'un rameau végétatif, en forme de baïonnette, qui se comporte comme le précédent. Cela se reproduit un certain nombre de fois, jusqu'à ce que le dernier rameau végétatif, s'allongeant plus que les autres, se termine en une pointe stérile simple ou digitée. Il se constitue de la sorte un long filament dressé, qui peut atteindre 6 centimètres de hauteur, entièrement dépourvu de cloisons transversales, formé de branches de génération différente implantées les unes sur les autres, en un mot un sympode le long duquel les ombelles successives se trouvent rejetées latéralement, de manière à regarder le ciel.

Souvent, sous le rameau végétatif et du même côté, il s'en fait un second qui se comporte comme le premier; le filament hétérogène, le sympode, au lieu de rester simple et dressé, se ramifie alors dans diverses directions plus ou moins obliques, en formant de gracieuses guirlandes.

Enfin, on voit, çà et là, sur le trajet des entre-nœuds qui séparent les ombelles, et quand les sporanges de celles-ci ont déjà atteint leur maturité, naître isolément un jeune rameau court, qui se recourbe en crosse et se termine par un sporange semblable aux précédents.

Par les progrès de l'âge, la paroi finement granuleuse des filaments fructifères devient brune dans toutes ses parties, et il se fait souvent deux cloisons dans chaque crosse, une vers le bas, l'autre vers le haut.

Nous avons rencontré le *Circinella umbellata* pour la première fois, et depuis, à plusieurs reprises, sur des excréments de chien. Nous l'avons ensuite cultivé en grand sur des excréments humains, du pain mouillé, de la pulpe d'orange, etc. Mais surtout nous nous sommes appliqués à le cultiver en cellules, sur des gouttes de décoction filtrée de crottin de cheval et sur du jus d'orange filtré, de manière à pouvoir suivre au microscope et sans interruption toutes les phases du développement de la plante.

Aussitôt semées sur ces liquides, les spores entrent en germination. Elles se gonflent d'abord, puis émettent un ou plusieurs tubes qui ne tardent pas à se ramifier. Au bout du premier jour, le mycelium est déjà bien développé; au bout du second, les premières fructifications

ont apparu. Ce sont d'abord des crosses simples. Lorsque les spores semées sont très nombreuses et le milieu peu nutritif, le filament s'élève à peine à quelques centièmes de millimètre au-dessus de la surface de la goutte, et le sporange est assez petit pour n'avoir sur sa petite columelle hémisphérique que deux à dix spores, quelquefois même une seule spore; le diamètre de celle-ci demeure, toutefois, assez constant. Quand la végétation est prospère, après ces premières crosses simples, déjà bien développées, apparaissent, sur le mycelium devenu plus vigoureux, des filaments plus élevés, portant sous leur sporange terminal réfléchi trois à cinq rameaux circinés sporangifères, formant ombelle avec le premier, et, plus bas, un rameau végétatif, qui s'allonge en baïonnette et forme plus tard une ombelle semblable. En un mot, on voit se produire sous ses yeux l'appareil caractéristique de la plante adulte.

Dans aucun de nos nombreux semis cellulaires nous n'avons vu, jusqu'à présent, le mycelium produire de ces spores intratubulaires, isolées ou en chapelet, terminales ou intercalaires, auxquelles on donne le nom de chlamydospores mycéliennes. Or, dans ces mêmes conditions, non seulement le *Mucor bifidus* et d'autres espèces du même genre, mais encore les divers *Mortierella* que nous avons étudiés en forment régulièrement. N'ayant pas, d'autre part, été assez heureux pour y trouver des zygospores, nous ne connaissons donc jusqu'ici à cette plante qu'une seule espèce d'organes reproducteurs.

Dans nos premières recherches sur cette Mucorinée (1), la voyant associée au *Mucor Mucedo,* et trompés par des semis que nous croyions purs et d'où nous n'avions pas réussi, paraît-il, à éliminer toutes les causes d'erreur, nous avions cru pouvoir admettre un lien de filiation entre elle et le *Mucor Mucedo*. Dans notre pensée, ce lien était du même ordre que celui qui, dans la doctrine établie en 1866 par MM. de Bary et Woronine, rattachait le *Chætocladium Jonesii* à ce même *Mucor Mucedo*. Tout en ayant montré que les corps reproducteurs de ce *Chætocladium* ne sont pas des conidies, mais des sporanges monospermes, nous n'avions pas cependant alors de raison suffisante pour nous défier de cette doctrine que nos premiers semis avaient paru confirmer. Nous donnions donc à notre Mucorinée le simple nom de *Circinumbella;* c'était pour nous un appareil sporangifère, l'appareil circinombellé du *Mucor Mucedo*.

La suite de nos recherches nous a amenés à une conclusion différente. Toutes les fois que nous avons, avec certitude, éliminé de nos semis les spores du *Mucor Mucedo*, ce qui n'est pas toujours facile,

(1) *Comptes-Rendus*, 8 avril 1872.

nous en avons obtenu du *Circinella umbellata* entièrement pur, sans mélange de *Mucor Mucedo*, et se maintenant pur à travers plusieurs générations successives. Nous ne pouvons donc plus en suspecter l'autonomie.

Mais il y a plus. En perfectionnant ainsi nos cultures cellulaires, nous sommes arrivés à la même conclusion pour le *Chætocladium Jonesii* lui-même. Toutes les fois que nos semis cellulaires de *Chætocladium* ont été vérifiés exempts de toute spore de *Mucor Mucedo*, ils ne nous ont donné que du *Chætocladium* entièrement pur, sans trace de *Mucor Mucedo*, et se conservant pur à travers de nombreuses générations. Et cela, dans les milieux les plus divers : jus de raisin, jus d'orange, décoction filtrée de crottin de cheval, etc. Une fois que nous avons eu à notre disposition des récoltes de *Chætocladium* pur, tous nos efforts pour en obtenir un retour au *Mucor Mucedo* sont demeurés sans résultat. Nous admettons donc l'autonomie de cette forme, qui devient ainsi, parmi les Mucorinées homosporangiées, un type générique spécial caractérisé par son mode de ramification et par ses sporanges monospermes.

Ainsi s'écroule de toutes parts la doctrine fondée sur ce point par MM. de Bary et Woronine (1), doctrine que les beaux travaux de M. de Bary sur la relation des *Aspergillus* avec les *Eurotium*, des *Botrytis* avec les *Peziza*, ne laissaient pas que de rendre séduisante, en faisant entrevoir une trompeuse analogie entre les Mucorinées et les Ascomycètes. Ces savants mycologues disaient : « Les corps reproducteurs du *Chætocladium Jonesii* sont des conidies, des spores de formation exogène, comme celles des *Botrytis* ou des *Aspergillus*, et la plante qui porte ce nom a tout au moins un lien de filiation avec le *Mucor Mucedo* dont elle est l'appareil conidifère, ce qu'est à peu près l'*Aspergillus glaucus* à l'*Eurotium herbariorum*, ou le *Botrytis cinerea* au *Peziza Fuckeliana*. Nous avons montré ailleurs que ces prétendues conidies sont des sporanges monospermes, mais nous admettions encore cependant le lien de filiation. Aujourd'hui, nous rompons ce lien et rendons à la plante la place éminente qui lui revient dans la famille des Mucorinées.

Circinella spinosa. — Étudions maintenant notre seconde espèce de *Circinella*, que nous appelons *Circinella spinosa*.

Elle est, dans toutes ses parties, plus petite et plus délicate que la précédente. Le filament principal qui se dresse sur le mycelium adulte, se termine en pointe stérile. Mais aussitôt il forme, près de

(1) *Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze*, 2e série, p. 18, 1866.

son sommet, une branche végétative qui tend à reprendre la direction du filament principal, en écartant la pointe avec laquelle elle fait fourche. Bientôt après, on voit se former, vers le milieu de la pointe et du côté opposé à la branche végétative, un rameau qui se recourbe bientôt en crosse vers le bas et se termine par un sporange sphérique muni d'une columelle cylindroïde. Ce sporange renferme d'innombrables petites spores sphériques, plus petites que celles du *C. umbellata,* ayant ordinairement $0^{mm}004$, et sa membrane granuleuse et non diffluente se déchire circulairement pour les mettre en liberté. Quant à la branche végétative, elle s'allonge et se termine à son tour par une épine portant un rameau circiné sporangifère, en même temps qu'elle développe une nouvelle branche végétative qui se comporte comme la première. Cette marche se reproduit un certain nombre de fois, jusqu'à ce qu'enfin le dernier rameau végétatif, se recourbant lui-même en crosse, porte directement un sporange réfléchi. Mais ensuite, sur la convexité de cette crosse terminale, se développe à son tour une nouvelle crosse, laquelle en porte une autre, et ainsi de suite jusqu'à cinq ou six fois.

Il se constitue de la sorte un long filament dressé dépourvu de cloisons dans toute sa longueur, composé de rameaux de génération successive, implantés l'un sur l'autre en forme de ligne verticale brisée, et à chaque brisure, à chaque échelon du sympode se voit une épine portant sur sa face inférieure un rameau sporangifère circiné qui déjette un peu vers le haut la moitié supérieure de l'épine. D'une brisure à l'autre, d'un échelon à l'autre, les épines et les rameaux sporangifères alternent régulièrement sur le sympode. Ces sortes de guirlandes délicates peuvent atteindre 2 centimètres de hauteur. Elles brunissent dans toutes leurs parties par le progrès de l'âge.

Telle est l'organisation ordinaire. Mais il n'est pas très rare de voir l'épine remplacée par un rameau sporangifère circiné pareil au rameau inférieur. Ou bien inversement, c'est le rameau sporangifère inférieur qui est remplacé par une pointe, et l'épine est fourchue. Ou bien encore la pointe demeure simple et ne présente qu'une petite bosse indiquant l'arrêt de développement, l'avortement complet du rameau sporangifère. Enfin, nous avons vu que dans la région supérieure du filament fructifère il n'y a plus d'épines, parce que les axes successifs s'y terminent directement et simplement par un sporange réfléchi.

D'un autre côté, sur les entre-nœuds qui séparent deux épines sporangifères successives et après que les sporanges ont mûri et rejeté leurs spores, on voit çà et là se former tardivement un jeune rameau court, isolé, qui se recourbe en crochet et se termine directement par un sporange réfléchi pareil aux précédents.

Comparé au *Circinella umbellata,* la *Circinella spinosa* en dérive par l'avortement constant du sporange terminal qui est remplacé par une épine, par la réduction à l'unité du nombre des rameaux circinés de l'ombelle, enfin, par la position du rameau végétatif usurpateur, qui est à l'opposite du rameau sporangifère au lieu d'être du même côté. En outre, comme nous l'avons déjà dit, cette espèce a ses spores plus petites, elle est plus délicate dans toutes ses parties et offre un port différent.

Nous l'avons rencontrée d'abord sur des excréments humains. Nous l'avons cultivée en grand et à l'état de pureté parfaite sur le même milieu, ainsi que sur du pain mouillé, de la pulpe d'orange, etc. Nous nous sommes appliqués ensuite à suivre, par des cultures cellulaires sur des gouttes de jus d'orange filtré, toutes les phases du développement de la plante.

Ses spores germent immédiatement sur du jus d'orange et produisent dès le premier jour un mycelium formé de tubes rameux non cloisonnés, sur lequel nous n'avons pas rencontré jusqu'à présent de chlamydospores mycéliennes. Le second jour, les fructifications commencent à paraître. Ce sont d'abord des crosses simples, pareilles à celles que produit le *C. umbellata* dans les mêmes conditions de jeunesse, qui s'en distinguent cependant par le diamètre des spores. Mais bientôt le développement suit une marche très différente. Sur la convexité de la crosse se forme un rameau dressé, qui se recourbe en crosse généralement en sens contraire du précédent, et se termine par un sporange réfléchi. Puis cette seconde crosse en produit une troisième, celle-ci une quatrième, et ainsi de suite jusqu'à huit ou dix fois. Il se forme ainsi une guirlande fructifère très élégante, le long de laquelle les sporanges circinés successifs alternent le plus souvent. Sur certaines crosses d'ordre n, il se forme fréquemment deux crosses d'ordre $n + 1$, l'une au-dessous de l'autre et après l'autre; la guirlande se ramifie alors dans diverses directions. Ainsi les premières fructifications qui apparaissent sur le jeune mycelium ont tous les caractères de la partie terminale des fructifications nées sur un mycelium âgé. Nos semis cellulaires ne nous ont pas donné de mycelium assez vigoureux pour produire des guirlandes fructifères munies d'épines.

Pas plus que le *C. umbellata,* le *C. spinosa* ne nous a jusqu'à présent offert de zygospores.

Notre *Circinella spinosa* nous semble identique à la Mucorinée découverte en 1870 par M. N. Sorokine sur des mouches mortes, et qu'il a nommée, la croyant parasite, *Helicostylum muscæ* (1). La seule

(1) N. Sorokine, Recherches sur le développement de l'*Helicostylum muscæ*. *Bull. de la Société imp. des Naturalistes de Moscou,* t. XLIII, p. 256, pl. IV, 1870.

différence paraît être dans la forme aplatie et le faible développement de la columelle dans la plante de M. Sorokine; mais elle peut s'expliquer par la nature assez peu favorable du milieu nutritif déjà envahi par l'*Empusa muscæ*, circonstance qui a provoqué un raccourcissement général de toutes les parties de la plante. Les différences profondes qui séparent cette Mucorinée de l'*Helicostylum elegans* de Corda, n'ont pas échappé à M. Sorokine « Mon champignon, dit-il, diffère grandement de l'*Helicostylum elegans*, mais, selon toutes les probabilités, il appartient au même genre. » Après avoir pensé d'abord à en former un genre spécial, il s'est décidé à n'en faire qu'une espèce d'*Helicostylum*. En quoi l'auteur a sagement agi puisqu'il ne connaissait l'*Helicostylum* que par la description de Corda et qu'il ignorait le caractère essentiel de cette plante, c'est-à-dire la propriété qu'elle a de porter, outre les petits sporanges des rameaux tortillés, un grand sporange pareil à celui du *Mucor Mucedo* et terminant un filament principal dressé.

M. E. FAIVRE,

Doyen de la Faculté des sciences de Lyon.

Sur la structure et les usages des urnes des Nepenthes.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

En étudiant histologiquement l'urne du *Nepenthes distillatoria*, M. Faivre a été frappé de ses rapports avec la constitution de la feuille.

A la face interne de l'urne existe un épiderme constitué par des cellules polygonales et des cellules rameuses. Les stomates y font défaut ainsi que les poils; on y rencontre, dans la région inférieure surtout, une très grande quantité de glandes très rapprochées de la surface épidermique et entourées de cellules verticales, en palissade.

La face externe de l'urne offre un épiderme à cellules polygonales, des poils, d'assez abondants stomates; sous cette surface, et entre elle et l'épiderme supérieur, sont disposées plusieurs rangées de cellules dont les inférieures sont remplies de chlorophylle et interceptent des espaces lacuneux.

Les coupes verticales montrent la disposition qu'offrent en général les feuilles; à savoir: un épiderme supérieur sans stomates, des cellules verticales, et un épiderme inférieur pourvu de stomates et de poils, au-dessus duquel des cellules à chlorophylle avec espaces lacunaires.

L'opercule offre la structure de l'urne. Sa face supérieure est pourvue de stomates et de poils comme la face externe de l'urne, sa face inférieure sans stomates et partiellement glanduleuse.

En somme, l'urne du *Nepenthes* représente une feuille dont la face supérieure serait comparable à la face interne de l'urne, et la face inférieure à sa face externe.

Les nervures, disposées entre les deux faces de l'urne, sont constituées par des trachées nombreuses et des fibres extérieures.

Au point de vue physiologique, M. E. Faivre insiste successivement sur la sécrétion glandulaire à l'intérieur des urnes, l'exhalation aqueuse et l'absorption.

Il établit combien est grande la consistance de la région inférieure ou glanduleuse de l'urne, son aptitude à conserver le liquide sans être détériorée, sa résistance aux causes d'altération ; la sécrétion de matière grasse par les glandes, matière formant à la face interne de l'urne une sorte de vernis, rend compte de ces dispositions.

D'où provient le liquide qui remplit partiellement les urnes? M. E. Faivre n'hésite pas à répondre que ce liquide provient du végétal lui-même.

En effet, on trouve déjà du liquide dans les urnes alors même que l'opercule est encore exactement appliqué sur l'ouverture; les vieilles urnes, lorsque les feuilles sont jaunies, ne renferment plus d'eau alors même qu'elles en pourraient recevoir du milieu humide dans lequel végètent ces plantes; enfin, si l'on a soin de vider une urne et de la couvrir exactement, on constate aisément la production de liquide dans les urnes, lorsqu'on opère, bien entendu, à l'époque de la saison végétative.

Des observations réitérées ont appris à M. E. Faivre que le liquide apparaît dans les urnes du soir au matin, et non du matin au soir. Il a été ainsi naturellement conduit à penser que le mécanisme de l'exhalation aqueuse dans les urnes des *Nepenthes* ne diffère pas de celui signalé sur diverses plantes et particulièrement chez le *Colocasia antiquorum*. Pour en obtenir la preuve expérimentale, M. E. Faivre a placé sous une cloche très humide un jeune pied de *Nepenthes* dont une des urnes avait été soigneusement vidée et recouverte. En moins de quatre jours, l'urne renfermait un demi-centimètre cube de liquide. Le même pied fut alors porté dans un lieu sec et ne fut pas arrosé; au bout de six jours, l'urne, qui avait été au début bien vidée et fermée, ne renfermait pas une goutte de liquide.

Le pied fut remis alors dans sa condition d'humidité primitive sous une cloche, après arrosement suffisant. En douze jours, il s'accumula dans l'urne plus de 2 centimètres cubes d'eau.

En somme, l'exhalation aqueuse dans l'urne du *Nepenthes* semble être comme un emmagasinement de l'eau de transpiration ; il y a là un phénomène en rapport avec les conditions propres à la plante et lié à l'antagonisme entre l'absorption et la transpiration.

M. E. Faivre termine par des expériences qui tendent à montrer que l'eau renfermée par les urnes peut être partiellement absorbée par le végétal lui-même. Le procédé expérimental consiste à introduire, dans une urne vidée, une quantité d'eau connue : l'urne, à son tour, est disposée dans un vase fermé avec le plus grand soin : un seul orifice est réservé, par lequel passe le pédoncule de l'urne attenante, aussi normalement que possible, à la plante. Le vase a été bien séché. Les choses demeurant en cet état pendant un certain temps, si l'on met fin à l'expérience, on constate, par des mesures directes et exactes, que la quantité d'eau de l'urne, augmentée de celle que renferme le vase, ne représente plus l'eau totale introduite dans l'urne ; le vase étant bien clos, il suit que l'eau disparue a dû être absorbée par le végétal lui-même. Des expériences multipliées montrent que, suivant les conditions de l'opération, une urne peut ainsi perdre, en quelques jours, plusieurs centimètres cubes de liquide.

L'absorption partielle du liquide des urnes par le végétal est confirmée par d'autres expériences dans lesquelles on opère comme il vient d'être dit, seulement l'urne a été préalablement détachée du pied qui la porte. Dans ce cas, les quantités d'eau renfermées dans l'urne et le flacon représentent la quantité de liquide introduite préalablement dans l'urne.

En résumé, M. E. Faivre est arrivé à conclure à la nature foliaire de l'urne, à l'exhalation aqueuse dans son intérieur par la plante elle-même, à l'absorption, en certaines conditions, d'une partie du liquide de l'urne par le pied même qui la porte.

Le travail résumé ici sera publié *in extenso* dans les *Mémoires* de l'Académie de Lyon.

M. Joannès CHATIN,

Docteur en médecine.

Développement de l'ovule et de la graine dans les Scrofularinées.

(Extrait.)

(Séance du 11 Septembre 1872.)

M. Chatin présente des dessins relatifs aux genres *Antirrhinum, Linaria, Digitalis, Scrofularia, Verbascum* et différentes espèces du genre

Veronica; il a constaté la présence d'un seul tégument propre à l'ovule, la modification des cellules périphériques et la formation d'un albumen, nucellaire dans l'*Antirrhinum,* issu du sac embryonnaire chez les *Veronica*.

M. Joannès CHATIN,

Docteur en médecine.

Observations sur l'anatomie du Tanghinia venenifera.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

Le Tanghin de Madagascar est une Apocynée bien connue par l'emploi juridique auquel les Malgaches font servir sa semence. A la demande de M. le professeur A. Milne-Edwards, M. Alfred Grandidier, le savant et intrépide voyageur dont chacun connaît le nom, a bien voulu mettre à ma disposition des fruits de Tanghin recueillis par lui-même. Les recherches auxquelles je me suis livré sur cette matière, recherches qui durent depuis un an, me portent à admettre, dans le Tanghin, l'existence d'un principe actif formant des sels cristallisés. Toutefois, je me bornerai aujourd'hui à faire connaître les résultats auxquels m'a conduit l'étude anatomique de cette Apocynée dont j'ai pu examiner quelques-uns des principaux organes.

Les parties dont il m'a été possible d'étudier la structure, sont la tige, les feuilles, la graine et son enveloppe ligneuse, enfin les anthères.

Tige (1). — Le système cortical est constitué par les parties suivantes : 1° un épiderme formé par une assise de cellules renfermant des grains de chlorophylle, etc.; 2° une couche subéreuse composée de plusieurs assises (souvent six) de cellules tabulaires, généralement vides de tout granule (2); 3° un parenchyme assez épais que forment des cellules presque arrondies, entremêlées de méats et de vaisseaux du latex (quelques-unes de ces cellules renferment des cristaux calcaires; le plus grand nombre, quelques grains de chlorophylle); 4° de nombreux faisceaux de fibres libériennes formant, par leur réunion, une couche au milieu de laquelle s'avance le tissu parenchymateux.

Le corps ligneux, que sépare du système cortical une zone génératrice à cellules ou fibres allongées et à parois minces, se compose

(1) Étude faite sur un rameau d'un à deux ans.

(2) Ceci s'applique surtout aux utricules de l'intérieur.

de fibres ligneuses proprement dites et sans ponctuations, de vaisseaux disposés en séries radiantes, les plus intérieurs spiralés, les autres ponctués. Des rayons médullaires à une ou deux assises de cellules ponctuées coupent le corps fibro-vasculaire.

La moelle, que sépare du corps ligneux une zone de cellules minces et allongées fort semblables à celles de la zone cambiale ou génératrice et qu'on peut considérer comme la moelle externe de quelques auteurs, la moelle, dis-je, se compose d'un tissu lâche à cellules arrondies dont plusieurs contiennent des cristaux calcaires rhomboédriques, et d'autres, quelques granules verdâtres (1). Comme le parenchyme cortical, le parenchyme médullaire présente de nombreux méats et de nombreux vaisseaux laticifères.

Feuille. — Cet organe est ainsi composé : *a*, un épiderme supérieur à cellules sinueuses, non mêlées de stomates; *b*, un épiderme inférieur à cellules également sinueuses, mais mêlées de nombreux stomates; *c*, d'un parenchyme très dissemblable vers les deux faces de la feuille, le parenchyme supérieur étant composé d'une assise de longues cellules pressées entre elles et riches en chlorophylle; la région inférieure du parenchyme est composée, au contraire, de cellules assez courtes, presque vides de matière verte et entremêlées de grandes lacunes. Je ferai remarquer que la nature hétérogène du parenchyme est en parfait rapport avec la nature dissemblable des épidermes, dont l'un est seul stomatifère.

Le pétiole de la feuille présente un parenchyme épais, dans lequel on distingue une région périphérique assez étroite et composée de cellules à parois épaisses, le reste de la masse étant composé de cellules à parois minces. Le système fibro-vasculaire du pétiole se compose d'un seul faisceau à section semi-lunaire embrassant, dans sa concavité, une sorte de moelle dont les utricules contiennent un liquide finement granuleux. Les vaisseaux, disposés en séries radiantes, sont : les inférieurs ponctués ou rayés, les supérieurs spiralés.

Fruit. — Le fruit du Tanghin, fort semblable, après l'avortement habituel d'une de ses loges, à la drupe du pêcher (2), présente, comme celle-ci, sous un mince épicarpe, une épaisse masse charnue formée tout entière par le mésocarpe, et, plus intérieurement, autour de la graine proprement dite, un noyau ligneux tapissé intérieurement

(1) Il est digne de remarque que, selon une observation déjà faite, le plus souvent on ne trouve pas, dans les mêmes cellules, des cristaux et des granules organiques (amylacés, chlorophyllines, etc.).

(2) Voy. Bojer, *ap.* Hooker's *Botanical miscellany*, III, 1833.

par l'endocarpe, mais constitué surtout par les portions les plus externes du mésocarpe.

Ce noyau, qui offre une profonde suture ventrale, de nombreux sillons, et sur la surface duquel se relèvent, çà et là, des filaments vasculaires, présente, dans sa composition anatomique : *a,* du tissu cellulaire lâche par lequel il se rattachait à la masse charnue du mésocarpe; *b,* les agrégations filamentiformes précitées, dirigées, les autres obliquement à la surface du noyau et que forment : 1° des vaisseaux, les uns spiraux, les autres ponctués ou rayés, parfois isolés de l'élément fibro-ligneux; 2° d'épaisses et assez larges fibres ligneuses ponctuées, placées tantôt autour des vaisseaux, tantôt par groupes isolés; plusieurs fibres mêlées aux précédentes contiennent des grains de fécule, mais se présentent alors privées de ponctuations.

C'est encore au fruit, et non à la graine proprement dite, que doit être rattachée une coque lisse et cartilagineuse, placée entre la masse rugueuse du noyau dont elle se sépare par décollement à la maturation, et la graine elle-même. Cette membrane se compose: *a,* intérieurement, de vaisseaux (la plupart spiralés), et de cellules largement ponctuées; *b,* extérieurement, d'utricules scléroïdes très épaisses, colorées dans leur portion externe et disposées sur une seule assise et paraissant représenter la couche endocarpienne.

Graine. — La graine proprement dite est formée : *a,* d'une membrane épispermique mince que constituent deux (rarement trois) assises de courtes cellules dont la plus extérieure, à éléments tubulaires, ne contient que de fins granules (albuminoïdes?), tandis que les utricules diversement arrondies-polyédriques de l'assise interne contiennent, en outre, des gouttelettes d'huile. Cette assise interne pourrait être considérée comme représentant un albumen rudimentaire.

L'amande est formée de deux cotylédons charnus portés sur une courte tigelle, tigelle et cotylédons étant limités par une assise de petites cellules tubulaires, et formés, quant à leur base, par d'assez grandes cellules polyédriques contenant, avec de fins granules, des gouttelettes d'huile dont plusieurs assez volumineuses. Des *faisceaux vasculaires* montent dans l'épaisseur de la masse cotylédonaire dans les graines les plus grosses.

Étamines. — J'ai tenté d'étendre mes études anatomiques aux étamines du *Tanghinia,* mais le très mauvais état des vieilles fleurs que j'ai eues à ma disposition ne m'a pas permis d'atteindre, sur ce point, à des résultats bien satisfaisants; j'ai pu toutefois reconnaître, dans ces organes, les caractères suivants :

Le connectif est parcouru, dans son axe, par un faisceau vasculaire qu'entoure une masse parenchymateuse à cellules simples et granulifères, enveloppé, à son tour, sur les côtés, en avant et en arrière (excepté dans l'espace étroit qui sépare l'une de l'autre les valves postérieures des loges), par plusieurs assises de cellules fibreuses qui se prolongent jusque dans les rudiments, encore persistants sur quelques anthères, de la cloison des logettes.

Les valves des loges se composent exclusivement de cellules fibreuses, disposées ordinairement sur trois rangs vers le talon de ces valves, sur deux rangs à la portion moyenne; enfin, sur une seule assise, à l'extrémité de celles-ci. La forme de ces cellules fibreuses se rapproche d'ailleurs un peu de celle que mon père a figurée dans le *Brehmia,* Loganiacée chez laquelle M. Bureau a vu les cellules fibreuses se dérouler, pendant la floraison même, en un long et inextricable écheveau; rien de semblable à ce singulier phénomène de déroulement ne se produit d'ailleurs dans le Tanghin.

Un autre point plus direct qui rapproche le *Tanghinia* du *Brehmia,* est le suivant : les anthères du *Tanghinia,* comme celles du *Brehmia,* ne présentent, au moins à l'époque de la floraison, aucune trace d'exothèque ou de membrane épidermique. Celle-ci manque-t-elle à tous les âges ou a-t-elle été détruite vers l'époque de la floraison? Cette question ne pourra s'élucider que par l'examen de jeunes boutons, en bon état de conservation.

D'ailleurs, dans le *Tanghinia,* comme dans le *Nerium* et le *Vinca,* il ne restait, dans les anthères approchant de la maturation, aucune trace d'endothèque ou de membrane interne. Dans le *Tanghinia,* comme dans le *Brehmia,* les valves des anthères sont uniquement composées vers l'époque de la déhiscence de celles-ci, par des cellules fibreuses répondant à la mésothèque. C'est ici, pour le dire en passant, l'un des cas où la déhiscence de l'anthère doit être rapportée à la membrane fibreuse, à l'exclusion absolue de la membrane épidermique.

Quant au pollen, que je crains de n'avoir observé qu'altéré dans ses formes, il m'a paru formé de grains presque ronds et à surface unie, comme ceux du *Brehmia.*

En terminant cet exposé sommaire de l'anatomie du *Tanghinia venenifera,* je ne me dissimule pas qu'il n'a d'autre intérêt que celui qui s'attache à la connaissance plus intime d'une plante trop justement célèbre. Peut-être me sera-t-il donné un jour, en l'étendant à d'autres Apocynées, de le rendre plus digne de l'attention des savants qui, aujourd'hui, m'ont encouragé de leur grande bienveillance.

M. LESPINASSE,

Membre de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Bordeaux.

Sur la distribution géographique des Algues marines dans le golfe de Gascogne.

(Extrait.)

(Séance du 11 Septembre 1872.)

Les côtes de cette région présentent un mélange remarquable d'espèces septentrionales et d'espèces méditerranéennes. M. Lespinasse montre aux membres de la Section une collection d'algues rares, recueillies et dessinées par lui.

M. A. CLAVEAU.

Sur la notion d'espèce et la limitation des groupes spécifiques.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

Ce travail sera publié *in-extenso* dans un recueil botanique spécial.

M. Max CORNU,

Répétiteur de botanique à la Faculté des sciences.

Sur la reproduction sexuée des Saprolégniées et sur les Chytridinées parasites.

(Extrait.)

(Séance du 11 Septembre 1872.)

M. Max Cornu fait voir à ce sujet que M. Pringsheim paraît avoir confondu les parasites des Saprolégniées avec des organes de ces plantes. Il signale, en outre, les liens existant entre les Chytridinées et les Mycomycètes.

M. P. CARLES.

Répartition des alcaloïdes dans les quinquinas.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

Nous avions d'abord le projet de faire nos expériences avec les diverses parties d'un même Cinchona; la difficulté que nous avons éprouvée pour nous les procurer a rendu ce travail un peu incomplet.

Voyons, néanmoins, quelles sont les proportions que l'on trouve dans quelques-uns de ces organes :

Racines. — L'écorce des racines, au dire de Weddell, paraît posséder les mêmes propriétés fébrifuges que les parties aériennes de la plante, et d'après certains auteurs, elle est elle-même, à ce titre, plus recherchée par les Indiens. Delondre a dit qu'elles étaient moins riches en alcaloïdes que les écorces du tronc. Depuis, MM. Brougthon et de Vry ont étudié de nouveau cette question, et montré tout l'avantage que l'on pourrait retirer de l'exploitation des jeunes quinquinas pour l'extraction de la quinine.

Bois. — Il est extrêmement pauvre en alcaloïdes. Nous avons opéré sur deux échantillons que nous devons à l'extrême obligeance de M. John Howard, et nous avons obtenu :

1° *Cinchona ovata :* couches du périderme, 1,17 pour 1,000 d'alcaloïdes; liber, 0,4; aubier, 0,00;

2° *Cinchona succirubra* : aubier, 0,17 pour 1,000; duramen, 0,00.

Feuilles. — Elles appartenaient à des Calysaïas et Succirubras du Mexique. Elles ne contenaient pas *traces* d'alcaloïdes, tandis que l'écorce des mêmes arbres en renfermait 11,20 pour 1,000.

Fruits. — Ils étaient fort anciens. Ils étaient aussi exempts d'alcalis organiques.

Écorces. — La structure anatomique des écorces de quinquina est un des points qui ont le plus récemment attiré l'attention des quinologistes; on a cherché dans l'aspect de leur cassure un indice de leur richesse en alcaloïdes. Les caractères que présentent les diverses écorces de quinquina sont sur ce point si bien établis aujourd'hui et se reproduisent si régulièrement, que M. Weddell a pu rapporter toutes les écorces à trois types principaux (1). Ces faits paraissent

(1) Weddell, *Histoire naturelle des quinquinas,* Paris, 1849.

actuellement bien établis, mais ce qui l'est beaucoup moins, dit M. Planchon (1), c'est le siége des alcaloïdes dans l'écorce. Sur ce point important, deux opinions diamétralement opposées sont en présence :

« Il est, dit M. Weddell (2), un fait bien acquis, c'est que le quinquina Calysaïa est l'écorce la plus riche en quinine, et l'expérience nous apprend que les écorces qui, après le Calysaïa, en renferment davantage, sont précisément celles dont le derme est réduit au seul liber par l'exfoliation successive des tuniques plus extérieures ou du moins par leur adjonction au périderme. D'autre part, on sait que les quinquinas gris, qui ne sont la plupart que les jeunes écorces des autres espèces, contiennent une bien plus grande proportion de cinchonine que de quinine, ce qui se reproduit encore avec les écorces âgées, qui ont conservé la tunique cellulaire qu'elles avaient dans leur jeune âge. » D'où l'auteur conclut que la quinine a, de préférence, son siége dans le liber, ou, pour parler plus exactement, dans le tissu cellulaire interposé aux fibres du liber.

Dans son Mémoire sur les écorces officinales de la Nouvelle-Grenade, Karsten soutient la même opinion. Enfin, Wigand concluait aussi de ses observations que les alcaloïdes des écorces de quinquina se trouvaient dans les parois des cellules libériennes, parce que ces organes ont la propriété de fixer d'une manière remarquable la matière colorante de la solution de cochenille. Mais M. Muller (3) a fait remarquer que la paroi des cellules parenchymateuses possède la même propriété à un plus haut degré. D'ailleurs, ces parois sont si épaisses que la cavité des cellules elles-mêmes, dit Jussieu (4), est devenue presque nulle. Elles ne sauraient donc pas contenir d'alcaloïdes.

D'autres raisons venaient encore militer en faveur de cette manière de voir. Quand on touche avec de l'acide nitrique les deux surfaces d'une écorce de Strychnos, on sait bien que c'est dans la partie interne seule ou libérienne que cet acide accuse surtout la présence des alcaloïdes (5).

Les alcaloïdes vénéneux : morphine, narcotine, strychnine, sont le produit des cellules corticales, dit Richard (6); ils se trouvent dans le liquide qu'elles contiennent; jeunes, ces cellules renferment des

(1) *Mémoire sur les quinquinas*, Paris, 1864, et *Drogues simples*, par Guibourt, rev. par Planchon.

(2) Weddell, *loc. cit. Comptes-Rendus*, 1849, t. XXVIII, Rapport de Jussieu.

(3) *Revue bibliograph. de la Soc. bot. de France*, t. XIV, 1867, p. 27.

(4) Rapport, *Comptes-Rendus*, t. XXXVIII, 1849, juin.

(5) Guibourt, *Drogues simples*, t. II, p. 515.

(6) *Eléments de botanique*, 1864, p. 60.

sucs nourriciers, plus tard seulement de l'air. Si l'analogie était complète avec les écorces de quinquina, on ne devrait trouver les alcaloïdes que dans les fibres les plus jeunes, c'est-à-dire dans la partie la plus interne. Les assertions précédentes, si elles n'étaient pas de pures hypothèses, avaient cependant le tort de ne pas s'appuyer sur des expériences directes. Un des premiers, M. Howard (1) fit, dans le but d'éclaircir la question, des analyses de quinquinas, et tels furent les résultats qu'il put consigner : une écorce de *Cinchona lancifolia* a été divisée en deux portions, l'une extérieure contenant la couche cellulaire et quelques fibres corticales; l'autre intérieure uniquement formée des couches du liber. L'analyse chimique des deux portions a donné :

Partie externe.		Partie interne.	
Quinine . . .	1,18 p. 100	Quinine . . .	0 p. 100
Cinchonine.	1,02 —	Cinchonine.	0,93 —

En second lieu, une écorce de la même espèce, plus jeune, plus riche par conséquent en tissu cellulaire, a fourni :

Quinine.....	1,07 p. 100
Cinchonine.....	0,88 —

les morceaux enroulés d'un quart de pouce de diamètre :

Quinine.....	1,00 p. 100
Cinchonine.....	0,90 —

ceux d'un demi-pouce avec liber très développé :

Quinine.....	0,71 p. 100
Cinchonine.....	1,03 —

Les mêmes expériences faites avec le quinquina rouge ont donné des résultats analogues, c'est-à-dire que les couches superficielles non seulement seraient le siége de la quinine, mais contiendraient encore la plus forte proportion des deux alcaloïdes.

M. Carl Muller a fait une autre expérience (2). Pour séparer les cellules parenchymateuses des fibres libériennes et opérer ensuite isolément sur chacune d'elles, il a d'abord divisé en tranches minces et verticales l'écorce à étudier, et placé ces tranches dans une bouteille avec des lames spirales de fil de fer et du grès. En secouant le tout, il arrivait à réduire le parenchyme en petits fragments, et à en séparer les fibres libériennes sans cependant briser celles-ci. Il introduisit ensuite le sable et les fragments ainsi obtenus dans un

(1) *Microscopical observations,* p. 4-5, Mémoire de M. Planchon, *des Quinquinas.*
(2) *Revue bibliograph., loc. cit.*

appareil composé d'une cornue à deux tubulures, d'une allonge et d'un récipient à deux tubulures rempli d'eau; l'une des deux tubulures de la cornue communiquait avec le soufflet d'une lampe d'émailleur. La cornue reçut le sable chargé des fragments de tissu végétal. La soufflerie une fois établie, les fragments de parenchyme et les fibres libériennes de poids différents furent entraînés par le courant dans différentes parties de l'appareil, et en réitérant plusieurs fois l'opération, il parvint ainsi à les séparer. Il opérait sur l'écorce de *Cinchona calysaïa,* et arriva ainsi à reconnaître que le parenchyme renfermait 9,876 pour 100 de quinine, tandis que le liber ne contenait que 2,462 pour 100.

Cette manière d'opérer permet-elle de séparer exactement les deux tissus et de les obtenir purs des matières minérales auxquelles on les a mêlés? nous ne le pensons pas. Le rendement excessif annoncé par l'auteur semble appuyer notre manière de voir.

Nous avons cru bon de multiplier les analyses sur un grand nombre d'écorces, afin, sinon de décider, du moins d'appuyer nos conclusions sur des expériences plus générales.

Nous avons traité des écorces d'espèces très diverses : des quinquinas Calysaïas et de la Nouvelle-Grenade de texture opposée, des écorces rouge vif, Huanuco et Loxa. Nous avons effectué la séparation des diverses couches au couteau ou à la râpe, suivant leur texture; et suivant l'épaisseur de l'écorce, nous avons séparé les diverses couches en deux ou trois lots, afin de rendre les résultats plus saillants. Quant à notre procédé de dosage, c'est celui que nous avons déjà donné (1). La quinine a été dosée à l'état de sulfate cristallisé et desséché à 100°. On sait qu'il perd, dans cette opération, 12 pour 100 d'eau, et qu'à l'état normal il renferme 75 pour 100 de quinine. La cinchonine, directement précipitée des eaux mères par l'ammoniaque, a été pesée après dessiccation à 100°. Nous nous assurions toujours de son identité par l'éther. Tels sont les résultats que nous ont fournis nos analyses. Nous les rapportons à 1,000 :

Calysaïa (belles écorces).

		Écorces entières.	Parenchyme cortical (2).	Couches libériennes.
Quinine.....	p. 1,000	20,40	23,40	13,20
Cinchonine..	p. 1,000	6,40	5,20	4,80

(1) *Bulletin de la Société chimique,* août 1872, et *Étude sur les quinquinas,* Paris, 1871.

(2) Nous reconnaissons toute la difficulté qu'il y a à séparer avec exactitude, anatomiquement parlant, les couches du liber des couches du périderme. Nos termes n'ont ici rien d'absolu : par parenchyme cortical, nous comprenons les couches les plus externes, dans l'écorce complète, et par liber, les plus internes; couches que nous avons séparées avec tout le soin qu'on peut y apporter à l'œil nu.

Calysaïa (écorces menues).

Quinine.....	17,70	20,70	14,40
Cinchonine.. p. 1,000	4,80	4,40	3,60

Colombia (1) (parenchyme cortical épais).

	Écorces entières.	Parenchyme cortical.	Couches intermédiaires.	Couches libériennes.
Quinine.....	8,10	24,60	11,10	6,00
Cinchonine..... p. 1,000	3,60	5,50	4,80	3,20

Nouvelle-Grenade (très fibreux, liber abondant).

Quinine.....	2,01	3,90	Traces.	0,00
Cinchonine..... p. 1,000	11,20	7,60	8,40	8,00

Quinquina rouge vif.

Quinine.....				
Cinchonine..... total	20,25	21,60	11,20	14,80
Quinidine (2)..... p. 1,000				

Autre *Quinquina rouge* (*succirubra*, Planchon).

Total des alcaloïdes.....	45,40	36,60	23,20	16,40
Quinine (impure) (3).	10,64	19,60	12,00	6,40
Cinchonine..... p. 1,000	34,75	17,00	11,20	10,00

Huanuco.

	Écorces entières.	Parenchyme cortical.	Couches libériennes.
Quinine.....	Traces (4)	Traces	0,00
Cinchonine et cinchonidine. p. 1,000	51,40	47,00	45,70

(1) Ce quinquina appartenait, d'après M. le professeur Planchon, à l'espèce *lancifolia*. Les écorces analysées par M. Howard se rangeaient sous la même espèce. (V. page 546.)

(2) Nous mettons *cinchonine* et *quinidine*, car lorsque nous traitions par l'éther les alcaloïdes restés dans les eaux mères, il se formait, par l'évaporation de ce véhicule, des cristaux blancs efflorescents à l'air (quinidine).

(3) Vu la forte proportion de cinchonine que contient ce quinquina, il est très difficile de séparer exactement la quinine à l'état de sulfate. On est obligé d'opérer la séparation préalablement au moyen de l'éther *bien lavé*. Or, ce véhicule, en même temps que toute la quinine et quelque peu de cinchonine entraîne une matière résinoïde (quinoïdine?) qui sature l'acide sulfurique, gêne la cristallisation du sulfate et reste dans les eaux mères. Elle constitue environ le tiers des produits solubles dans l'éther. Elle précipite abondamment par le ferrocyanure et ne verdit pas par le chlore et l'ammoniaque. Elle abonde surtout dans les couches les plus externes. C'est probablement la base dont M. de Vry a fait depuis un alcaloïde particulier.

(4) Il nous a paru assez étrange de trouver une si faible proportion de quinine dans ce quinquina, alors que quelques auteurs l'indiquent comme en renfermant 5 à 6 pour 100. L'erreur ne proviendrait-elle pas de ce qu'ils n'ont séparé les deux alcaloïdes que par l'éther? Dans tous les cas, nous devons dire que la cinchonine ici notée était en partie soluble dans l'éther *lavé* et n'offrait que faiblement quelques réactions de la quinine. Riegel n'a également trouvé que de la cinchonine dans cette écorce. (Voir *Journal de pharm. et de chim.*, t. XXI, p. 319.) Mémoire Planchon, p. 110.

Loxa.

Quinine.....	p. 1,000	Traces.	Traces.	0,00
Cinchonine...		2,20	1,40	Traces.

Ce tableau synoptique montre qu'on trouve des alcaloïdes dans toutes les couches de l'écorce, mais que la quinine est en proportion beaucoup plus élevée dans les couches externes que dans les couches libériennes; et l'analyse des couches intermédiaires indique que cette proportion diminue presque régulièrement de l'extérieur à l'intérieur.

La même généralité n'existe pas à l'égard de la cinchonine. Si les expériences 1, 2, 3, 6, 7, 8 disent que, comme la quinine, elle s'accumule dans les parties externes de l'écorce, les expériences 4, 5 font voir qu'il y a des exceptions en faveur des couches libériennes.

Ces résultats concordent dans leur ensemble avec ceux de M. Howard.

Ces diverses expériences n'offrent pas seulement de l'intérêt au point de vue théorique : elles pourront aussi être utiles à la pratique, car on sait, par certaines manœuvres aujourd'hui connues des colons, favoriser spécialement la croissance de telle ou telle partie des écorces des Cinchonas. Puisque l'analyse chimique établit que les couches cellulaires sont les plus riches en alcaloïdes, on devra surtout chercher à en favoriser le développement.

M. BAUDRIMONT,

Professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux,

et M. DELBOS,

Professeur à la Faculté de Nancy.

Examen comparatif de la composition chimique du sable des dunes et de celle des cendres des végétaux qui croissent à leur surface.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

M. Baudrimont expose un travail qu'il a fait en commun avec M. J. Delbos, professeur à la Faculté de Nancy. Ce travail a pour but l'examen comparatif de la composition chimique du sable des dunes du département de la Gironde et de celle des cendres des végétaux qui croissent à leur surface.

La végétation qui s'accomplit sur les dunes mérite d'attirer l'atten-

tion des observateurs : ces immenses amas de sables siliceux rejetés par l'Océan, transportés et accumulés par le vent, semblent au premier abord ne pouvoir entretenir la vie des végétaux, car ceux-ci réclament des courants aqueux chargés de substances minérales qui paraissent ne pouvoir s'y trouver.

Voulant résoudre cette question, les principaux végétaux qui croissent sur les dunes ont été incinérés et leurs cendres ont été soumises à l'analyse chimique, par plusieurs procédés distincts afin d'avoir des renseignements aussi positifs que possible.

Il est résulté de ces recherches que les cendres des végétaux qui croissent sur les dunes, comme celles de tous les autres végétaux, contiennent des sulfates, des phosphates, de la potasse, de la soude, de la chaux, de la magnésie, des oxydes de fer et de manganèse.

D'une autre part, si l'on soumet le sable des dunes à l'analyse chimique, en opérant sur des quantités suffisantes de matières, on y trouve de l'azote, des sulfates en quantité plus considérable que les chlorures et du fer en quantité d'autant plus grande que l'on opère sur des sables pris à la partie la plus inférieure des dunes.

L'analyse chimique des dunes et celle des eaux qui les imprègnent démontrent d'une manière évidente que les produits minéraux qui entrent normalement dans la constitution des cendres des végétaux qui les recouvrent ne viennent pas directement de la mer. Il reste donc là une question à résoudre pour les géologues. Ces eaux sont-elles simplement données par la pluie, ou viennent-elles de lieux plus élevés et fort éloignés? Cette dernière opinion est éminemment probable; car les eaux fournies par la pluie n'auraient pu apporter dans le sein des dunes les produits minéraux reconnus dans les cendres des végétaux qui croissent à leur surface et même ceux qui y sont reconnus par l'analyse directe.

Les analyses suivantes permettront d'apprécier les résultats obtenus :

Sable des dunes recueilli à Arcachon (Gironde).

		Partie supérieure.	Partie inférieure.
Humidité		0,3500	0,1000
Matière combustible	Azote	0,0375	0,0625
	Complément	1,1125	0,6375
Fer sesquioxydé		0,2260	traces
Chaux, magnésie, potasse, Soude, acide phosphorique		0,5200	0,3100
Sable siliceux		97,7540	98,8900
		100,0000	100,0000

Un échantillon de sable, pris à la partie moyenne de la dune, a

donné exactement la même quantité d'azote que celui pris à la partie supérieure.

La chaux, la magnésie, la potasse, la soude et l'acide phosphorique ont pu être reconnus et séparés, en opérant sur 400 grammes de sable.

TABLEAU *comparatif des analyses des cendres de plusieurs végétaux croissant sur les dunes :*

	I	II	III	IV	V	VI
Potasse	46	114	73	121	150	»
Soude	221	35	42	80	57	»
Chaux	289	292	267	236	221	114
Magnésie	75	62	68	147	118	51
Oxyde de fer	31	21	10	23	22	»
Oxyde de manganèse	»	12	36	51	66	»
Acide phosphorique	42	50	50	18	32	18
— sulfurique	35	15	15	58	13	»
— carbonique	242	339	229	158	142	»
— Silicique	53	14	14	64	92	520
Clorure sodique	33	4	3	5	13	48
Sable et charbon	»	20	132	20	73	20
	1067	978	939	981	999	»

I. Cendres mélangées du pin, de l'ajonc, de l'arbousier et de la bruyère.
II. Cendre du pin maritime *(Pinus pinaster ; pinus maritima,* L.).
III. Cendre du chêne *tozin (Quercus toza).*
IV. Cendre du houx *(Ilex aquifolium,* L.).
V. Cendre du genêt *(Sarathamnus scoparius,* Wimm).
VI. Cendre de la fougère ordinaire *(Pteris aquilina,* L.).

M. BAUDRIMONT,

Professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux.

Constitution et composition chimique des différents sols arables de la Gironde.

(Extrait.)

(Séance du 11 Septembre 1872.)

L'étude du sol arable a été négligée jusqu'à ce jour. Si des analyses ont été faites, on ne les a point réunies et l'on n'a pas cherché à en tirer les conséquences générales qui peuvent en être déduites, tant au point de vue de la géologie qu'à celui de l'agrologie.

M. Baudrimont, désirant apporter à cette partie de la science toute l'importance qu'elle mérite, a entrepris, avec le concours de M. Duponchel, l'analyse comparée des terres composant le sol arable de la Gironde.

Une simple analyse, faite sur quelques grammes de matière, est souvent insuffisante, et l'on comprend la nécessité d'opérer sur des quantités beaucoup plus considérables. C'est en opérant ainsi par des lavages à l'eau distillée, puis finalement avec de l'eau acidulée, que l'on peut enlever une partie des produits qui ne s'y trouvent qu'en faible quantité et qui y sont apportés incessamment par les courants interstitiels qui s'accomplissent dans le sol.

Ce mode d'analyse, qui est le seul qui doive être suivi dès à présent, n'a cependant pu être appliqué qu'à un très petit nombre de terres, et particulièrement au sable des dunes, à cause du temps considérable qu'il exige.

Le sol du département de la Gironde est éminemment variable et présente des terres essentiellement différentes les unes des autres. On distingue principalement parmi ces terres :

1° Les dunes;
2° Les landes;
3° Les graves;
4° Les palus ou terres d'alluvion;
5° A ces dernières, on réunira les *vases* de la Gironde et de la Dordogne, d'où elles tirent leur origine;
6° Les terres de l'Entre-deux-Mers (1) et de la rive droite de la Dordogne;
7° Les terres des marais;
8° Enfin, aux analyses des terres précédentes, on a ajouté celles de deux terres des sables supérieurs à la craie, du département de l'Oise, pour servir de terme de comparaison.

La plupart de ces terres ont été soumises à l'analyse. Cependant, pour donner à un tel travail toute l'importance qu'il doit avoir, il eût fallu un nombre d'analyses beaucoup plus considérable. On eût eu ainsi le moyen d'apprécier non seulement la nature spéciale de certaines terres, mais de plus les variations qu'elles éprouvent.

Émettons le vœu que ce travail puisse recevoir un plus grand développement, et qu'une application du même ordre soit faite à toute la France.

M. Baudrimont appelle spécialement l'attention de la Commission sur les landes, les vases de la Garonne et de la Dordogne, l'immense

(1) L'Entre-deux-Mers est l'espace compris entre la Garonne et la Dordogne. Il finit au Bec-d'Ambès, à l'endroit où ces deux rivières se réunissent pour former la Gironde.

utilité de ces produits et les richesses que l'on y puisera dans un avenir prochain ; puis, sur les terres dites de *grave,* qui appartiennent à une alluvion ou plutôt à un diluvium, plus ancien que les terres de palus. Cette terre de grave est essentiellement caractérisée par la présence de galets siliceux, qui ont été entraînés et *roulés* par les eaux.

C'est sur cette terre, qui borde la rive gauche de la Garonne et de la Gironde, que viennent les vignes qui donnent les vins que l'on peut dire les premiers du monde, par leur innocuité complète et par l'ensemble de leurs excellentes qualités.

M. Baudrimont appelle l'attention sur la relation éminemment remarquable qui existe entre les différents sols de la Gironde, leur condition géologique, leur composition chimique et les produits agricoles qu'ils donnent. Une carte vinicole du département de la Gironde, publiée par M. E. Pagnau, est parfaitement conforme avec la carte qui a été exécutée d'après la nature chimique des terres.

RÉSUMÉ DE L'ANALYSE DES TERRES DU DÉPARTEMENT DE LA GIRONDE.

Ces terres sont réunies par groupes. Ces groupes sont ceux qui viennent d'être signalés.

I.

Sables des dunes.

La composition de ces sables est indiquée dans le travail spécial qui accompagne celui dont il est ici question.

II.

Terres des Landes.

	SALLES non cultivée (1).	SALLES cultivée.	CESTAS terre de bruyères.	CESTAS inculte.	MORCENX.
Humidité	0,250	1,600	1,900	1,000	
Azote	0,150	0,152	0,061	0,050	4,000
Complément organique	1,750	3,900	4,400	4,500	
Acide carbonique	»	0,500	0,200	»	0,122
Oxyde de fer	0,850	3,070	Traces	Traces	0,450
Alumine			»	»	Nulle
Chaux		3,240	0,020	Traces	0,153
Résidu insoluble	97,000	86,810	92,500	93,720	94,020
Magnésie	»	Traces à peine sensibles	»	»	Trace
Complément	»	0,728	0,919	0,730	1,255

(1) Par le lavage, cette terre laisse un résidu de 0,9754.

III.

Graves.

Cette région, qui est la plus importante, par la haute qualité des vins qu'elle produit, n'a malheureusement pu donner lieu qu'à un très petit nombre d'analyses.

	HAUT-SAUTERNE CHATEAU-LAMOTHE		LANGON
	Grave.	Terre argileuse.	Sables.
Humidité	0,980	3,560	0,650
Matières organiques	4,320	9,440	2,350
Azote	0,100	0,020	0,050
Acide carbonique	0,200	3,000	»
Oxyde de fer	0,960	6,020	0,160
Alumine	Peu.	2,980	Peu.
Chaux	1,470 (1)	5,160	0,720
Résidu insoluble	91,000	69,700	95,770
Perte	1,070	0,140	0,300
	100,000	100,000	100,000

Les deux premières terres sont plantées en vignes, qui donnent du vin blanc.

Les sables sont plantés en vignes et donnent aussi du blé.

IV.

Palus ou terres d'alluvion (2).

	PALUS.	ALLUVION vignes Lormont.	ALLUVION vimière (5) Lormont.	ALLUVION bords de la Garonne.
Humidité	2,900	2,100	1,750	3,030
Matières organiques	9,100	4,900	8,250	11,970
Azote	0,205	0,204	0,848	0,150
Acide carbonique	1,000	3,000	2,500	1,500
Oxyde de fer	2,690	9,200 (3)	7,890 (6)	5,320
Alumine	1,790	»	»	1,600
Chaux	0,895	1,556 (4)	2,770	3,210
Résidu insoluble dans ClH	81,42	79,040	75,890	73,170
X et perte	»	»	0,102	0,050 (7)

(1) Cette quantité de chaux comprend de la magnésie qui a été déterminée, mais non dosée.

(2) Nom donné dans la Gironde à des terres d'alluvion et non à des terres marécageuses comme le nom de *palus*, qui est latin, pourrait porter à le penser.

(3) Oxyde de fer et alumine.

(4) Chaux, magnésie et perte.

(5) Vimière, terrain où l'on cultive le *vime* ou l'*osier*.

(6) Oxyde de fer et peu d'alumine.

(7) Magnésie et perte.

V.

Vases de la Garonne et de la Dordogne.

	GARONNE.	DORDOGNE rive droite.	DORDOGNE rive gauche.
Humidité	3,950	1,800	2,000
Matières organiques	6,550	6,200	6,500
Azote	0,150	0,130	0,150
Acide carbonique	4,500	2,000	2,000
Oxyde de fer	4,867	3,200 (1)	7,000
Chaux	2,470	3,960	2,014
Alumine	6,383	Avec fer.	» (2)
Magnésie	1,690	»	0,036 (3)
Résidu insoluble	69,440	81,720	80,300

VI.

Terres diverses des collines (Entre-deux-Mers et rive droite de la Dordogne).

	CUBZAC près la mairie.	LIBOURNE côté nord du plateau.	St-ÉMILION près Calonne.	ENTRE-DEUX-MERS.
Humidité	1,230	1,950	1,550	1,700
Matières organiques	14,270	13,050	5,450	5,800
Azote	0,250	0,150	0,100	0,270
Acide carbonique	10,000	11,000	2,000	0,500
Oxyde de fer	15,150	8,200 (5)	4,760 (7)	2,460 (5)
Alumine	1,010	»	»	»
Chaux	13,390	11,520	3,580	1,030
Magnésie	0,700 (4)	»	0,310 (8)	0,200 (8)
Résidu siliceux insoluble	44,000	47,870 (6)	82,250	88,040

VII.

Terres des marais.

Les terres des marais n'ont point été l'objet d'analyses complètes. Cependant on verra qu'elles sont presque exclusivement formées de

(1) Oxyde de fer et une petite quantité d'alumine.
(2) Alumine avec oxyde de fer.
(3) Magnésie non dosée et perte.
(4) Magnésie constatée et perte.
(5) Fer et peu d'alumine.
(6) Silice en gelée avec un peu de sable.
(7) Oxyde de fer et alumine.
(8) Traces de magnésie et perte.

sable siliceux et d'une matière organique. Cette dernière matière est généralement noire et fortement azotée :

	I.	II.
Humidité	»	0,048
Matières combustibles { Azote	0,013	0,013
Matières combustibles { Complément	0,342	0,179
Matières minérales	0,645	0,760
	1,000	1,000

I. Terre recueillie à l'extrémité du faubourg de Bacalan (Bordeaux), à la hauteur de Lormont.

II. Terre des marais de Bruges.

On remarquera que ces terres contiennent plus d'un centième d'azote, et que bien des poudrettes ne sont point aussi riches qu'elles.

	III.	IV.
Matières organiques	0,185	0,220
Matières minérales	0,815	0,780
	1,000	1,000

III. Terre prise à la *Grange-Rouge*.

IV. Chemin de Bruges.

VIII.

Terres des sables supérieurs à la craie du département de l'Oise.

	GIRAUMONT (OISE).	
	Superficie.	à 2m de profondeur.
Humidité	1,250 (1)	1,900
Matières organiques	3,750	1,600
Azote	0,170	0,120
Acide carbonique	»	0,500
Fer	2,409 (2)	4,290 (4)
Alumine	»	»
Chaux	1,33 (3)	0,550 (3)
Magnésie	»	»
Résidu siliceux insoluble	91,091	91,040

(1) Conservées depuis le 1er novembre 1859, — dans un bocal bouché il est vrai; — analysées le 20 août 1869.

(2) Fer et peu d'alumine.

(3) Chaux, magnésie et perte.

(4) Pas d'alumine.

10e SECTION.

Zoologie et Zootechnie.

Président : M. L. SOUBEIRAN, Professeur agrégé à l'École de pharmacie.

Secrétaire : M. E. KŒCHLIN.

M. Joannes CHATIN,

Docteur en médecine, Licencié ès-sciences naturelles.

Recherches pour servir à l'histoire anatomique des glandes odorantes chez quelques mammifères (1).

(Séance du 6 Septembre 1872.)

Ces glandes, qui ont fourni parfois de précieux caractères pour la classification de certains groupes (Viverriens, etc.), ne paraissent généralement pas avoir fixé l'attention des anatomistes; ceci ne saurait d'ailleurs s'appliquer à certains organes analogues que l'on rencontre dans l'espèce humaine; dans une longue série de mémoires, M. le professeur Ch. Robin a fait connaître leur conformation générale, les détails de leur structure intime et certaines anomalies que peut présenter le produit de leur sécrétion (2).

Dans ses *Principes d'adénisation,* M. Cornay (de Rochefort) a donné quelques détails intéressants sur certaines de ces glandes, mais ne semble pas s'être occupé de leur anatomie comparée (3) . Mettant à

(1) Des dessins, représentant les différents organes décrits dans cette note, ont été mis sous les yeux de la Section.

(2) Robin, *Note sur une espèce particulière de glandes de la peau de l'homme.* Soc. de biologie, 1845. — *Sur les glandes du creux de l'aisselle.* Idem, 1849. — *Sur les glandes de la peau et sur une nouvelle manière d'envisager la sueur.* Idem, 1851. — Structure de la glande vulvo-vaginale chez la femme et les animaux. *(Annales des Sc. nat.; zoologie,* 1850.)

(3) Cornay (de Rochefort), *Principes d'adénisation*, Paris, 1859.

profit les nombreuses ressources que m'offre le laboratoire de l'École des hautes études, dirigé par MM. les professeurs H. et A. Milne-Edwards, et guidé par les bienveillants conseils de ces savants maîtres, j'ai songé à étudier, sous ce point de vue, les glandes odorantes ou nidoriennes (*nidor*, fumet), de divers Carnassiers, Rongeurs et Cheiroptères. Qouique ces études soient entreprises depuis longtemps déjà, je ne ferai aujourd'hui que prendre date, en quelque sorte, me réservant de les compléter par les recherches que je poursuis en ce moment.

I. — Herpestes fasciatus.

La Mangouste rayée (*Herpestes fasciatus*) présente, en arrière des organes génitaux, une vaste poche au fond de laquelle s'ouvre l'anus; la peau, qui entoure cet orifice, est jaunâtre et complètement glabre: on remarque qu'elle est creusée de nombreuses vallécules séparées les unes des autres par des lignes saillantes dont l'ensemble constitue un relief fort accusé et donne à cette région un aspect tout particulier.

Cette poche est presque régulièrement circulaire puisque sa mensuration se traduit par le même chiffre (18 millimètres), que l'on considère son diamètre transversal ou son diamètre antéro-postérieur.

Examinée par sa face profonde, cette même région anale présente, au centre, le rectum, puis, autour de cet intestin, se voient plusieurs mamelons fort saillants qui correspondent aux glandes odorantes dont je vais résumer d'abord les caractères généraux pour passer ensuite à l'examen particulier de chacune d'elles.

Ces divers mamelons glanduleux, de dimensions variables, présentent tous, en leur centre, un réservoir plus ou moins vaste et tapissé d'une membrane assez mince. A la surface de celle-ci, se voient des pores qui apparaissent comme des papilles ombiliquées; ce sont les pertuis par lesquels les canaux excréteurs versent le produit de la sécrétion, liquide d'un brun jaunâtre et d'une odeur fétide. Ce liquide est conduit au dehors par un canal court et généralement assez large, se terminant à l'une des ouvertures qui se voient autour de l'orifice anal; j'aurai d'ailleurs l'occasion de revenir sur ce mode de terminaison lorsque je résumerai l'histoire particulière de chaque glande.

Au point de vue histologique, on constate tout d'abord, dans ces organes, une grande abondance de fibres musculaires striées; ces éléments entourent les parties réellement glanduleuses, et ce n'est

qu'après avoir fait un certain nombre de coupes que l'on peut obtenir une idée exacte de leur structure. On constate alors que ce sont des glandes en grappe composée, dont les petits acini présentent des culs-de-sac variant entre $0^{mm}1$ et $0^{mm}06$ ou $0^{mm}08$ de diamètre. Ces acini sont entourés immédiatement par une tunique de fibres lamineuses, passant même parfois à l'état élastique. En dehors de cette zone lamineuse, dont l'étendue est variable, mais généralement restreinte, on trouve deux tuniques musculeuses formées de muscles striés, et dont la direction réciproque est perpendiculaire, c'est-à-dire que, sur une coupe transversale, on aura de dedans en dehors : 1° les acini et leurs culs-de-sac; 2° l'enveloppe fibreuse; 3° la première tunique musculaire présentant seulement la section de ses faisceaux; 4° la deuxième tunique musculaire, dont les faisceaux sont vus longitudinalement et présentent ainsi des stries d'une extrémité à l'autre de leur étendue.

Ces tuniques étant très développées, il faut que le rasoir soit porté à une certaine profondeur pour que la coupe permette d'examiner les éléments glandulaires, car, vers le sommet du mamelon, on ne rencontre que du tissu musculaire (1).

Il convient d'ailleurs de remarquer que l'épaisseur de ces diverses parties varie dans chaque glande; ainsi la partie sécrétante est plus développée dans telle glande anale que dans telle autre.

Une fine injection carminée m'a permis d'étudier, dans tous ses détails, le mode de distribution des vaisseaux; cet examen ne m'a révélé aucune particularité qui mérite d'être mentionnée. Le tissu adipeux est assez développé. L'état de l'animal ne m'a pas permis d'étudier les cellules épithéliales.

Quant aux diverses masses glandulaires qui se trouvent ainsi réparties sur la région anale, on peut les ramener au nombre de cinq, situées symétriquement de chaque côté du rectum. Je les décrirai successivement d'avant en arrière, commençant par les glandes tournées vers les organes génitaux, pour terminer par celles qui se trouvent immédiatement derrière l'anus (2).

1° *Glandes antérieures.* — Situées au-devant du rectum, ces deux glandes sont séparées, sur la ligne médiane, par un sillon très marqué, sillon que la glande droite dépasse légèrement. Cette glande antérieure du côté droit est, en effet, plus développée que sa congé-

(1) Si l'on regarde la partie du mamelon appliquée sur la région anale comme constituant la *base* de la masse glandulaire, le *sommet* sera naturellement le point opposé.

(2) Il ne faut pas oublier que l'animal dont il s'agit ici est un quadrupède, ce qui, chez l'homme, serait antérieur, sera donc décrit comme inférieur, etc.

nère; sa forme est celle d'un triangle isocèle dont le sommet serait externe, et dont la base correspondrait au sillon qui sépare l'une de l'autre ces deux glandes antérieures. La hauteur de ce triangle irrégulier est de 13 millimètres, sa base mesure $7^{mm}5$. La surface de la glande est notablement bombée, sa couleur est d'un blanc rosé; quelques petits rameaux artériels se distribuent dans sa masse. Au centre se trouve le réservoir dans lequel un petit nombre de pores versent le produit de la sécrétion; ce sac est peu profond, si on le compare à ce que l'on observe dans les autres glandes anales de cette même Mangouste.

J'ai fait remarquer plus haut l'inégalité de développement des deux glandes antérieures, il convient d'ajouter que la surface de la glande gauche est moins bombée que celle de la glande droite; sa forme est encore celle d'un triangle irrégulier dont la base regarde en dehors et mesure 9 millimètres, tandis que le sommet est interne; la hauteur égale environ 6 millimètres.

Le produit des deux glandes antérieures est versé, au dehors, par les ouvertures situées dans les dépressions triangulaires qui se voient en avant et au-dessus de l'anus.

2° *Glandes latérales.* — Ces deux glandes volumineuses sont régulièrement placées à droite et à gauche de la portion terminale du rectum qui les sépare l'une de l'autre; irrégulièrement ovalaires, elles mesurent 9 millimètres de diamètre et présentent, en leur milieu, un grand réservoir sur lequel on remarque les nombreux mamelons au centre desquels débouchent les canaux excréteurs de la glande. Sous le rapport de la structure intime, je rappellerai que sa portion sécrétante est relativement peu considérable, tandis que l'enveloppe musculeuse est extrêmement développée.

Du réservoir part un court conduit qui vient déboucher, non plus au fond d'une dépression ou d'une vallécule, mais au sommet des deux mamelons qui se voient sur les côtés de l'orifice anal; ces pertuis sont d'ailleurs les plus apparents; ils attirent de suite l'attention de l'anatomiste, une compression légère suffit pour voir le liquide odorant sortir par ces orifices.

3° *Glandes intermédiaires.* — Je désigne, sous ce nom, une paire de glandes appendues en arrière des précédentes, mais d'un volume moindre que celles-ci. Marquées chacune d'un sillon oblique, ces glandes se développent sur une étendue de 7 millimètres; elles offrent des acini assez volumineux. Le réservoir central est vaste, sa capacité est cependant moindre que dans les glandes latérales. Le

liquide sécrété s'échappe par un canal court, large, très dilatable, puis vient se déverser, en arrière de l'anus, entre les ouvertures qui donnent issue au produit des glandes latérales et latéro-postérieures.

4° *Glandes latéro-postérieures.* — Ces glandes, dont les dimensions sont notables, affectent une direction oblique d'avant en arrière et de dehors en dedans; leur forme est celle d'un rein fortement recourbé, à convexité externe, à concavité interne. Chacune d'elles se termine, en avant, par une extrémité rétrécie qui vient aboutir fort près du bord postérieur de la glande antérieure correspondante; elles sont recouvertes, en partie, par les glandes latérales et intermédiaires. Quant à leur extrémité postérieure, elle confine à la glande médio-postérieure.

La glande mesure 15 millimètres en longueur, et 8 millimètres en largeur; il est facile de constater, sur une pièce injectée, combien sont nombreuses les artérioles qui s'y distribuent. Le réservoir est assez étendu dans le sens longitudinal. Le canal excréteur vient déboucher dans les dépressions situées à droite et à gauche de la vallécule profonde et triangulaire où s'ouvrent les glandes médio-postérieures; l'orifice qui donne passage au produit de la glande latéro-postérieure se trouve ainsi en arrière de celui qui correspond à la glande intermédiaire du même côté.

5° *Glandes médio-postérieures.* — Séparées l'une de l'autre par un sillon qui se trouve dans la direction de l'axe antéro-postérieur du rectum, ces deux glandes sont réniformes, et présentent les dimensions suivantes :

Diamètre antéro-postérieur.....	7	millimètres.
Diamètre transversal.....	4	—

Au centre de chacune d'elles se voit un réservoir assez développé, si on le compare au volume général de la glande. En sortant de cette vessie, le liquide sécrété est versé au dehors par un pertuis situé dans la vaste ouverture profonde et irrégulièrement triangulaire, qui se remarque en arrière de l'anus, et dans l'axe même de ce dernier orifice.

En résumé, l'appareil glandulaire de la Mangouste rayée est constitué par plusieurs masses glandulaires, distinctes et séparées, mais dont les caractères principaux sont les mêmes dans les unes et dans les autres. L'étude de ces glandes montre, entre autres caractères

curieux, l'existence de tuniques formées de muscles striés, lesquelles ne se rencontrent que fort rarement dans de tels organes (1); je n'insiste pas sur ce point, devant bientôt y revenir.

II. — Viverra Zibetha.

On connaît surtout l'anatomie des Civettes par la description que Brandt et Ratzebourg ont donnée du *Viverra Civetta* (2); la plupart des traités de matière médicale ont reproduit ce chapitre, et les Viverriens, si intéressants à divers points de vue, ne semblent plus avoir été étudiés depuis cette époque déjà éloignée.

L'animal dont j'ai pu étudier les glandes odorantes n'est point, d'ailleurs, la Civette officinale, c'est le Zibeth *(Viverra Zibetha)*, animal assez rare dans les ménageries, et dont les glandes m'ont présenté des particularités remarquables dans leurs dipositions générales aussi bien que dans leur structure intime. En voici la description résumée.

Chez ce Viverrien, la région périnéale présente, en arrière des organes génitaux et à 12 millimètres environ de la racine de la verge, une longue fente qui donne passage au produit des glandes à parfum; l'anus est séparé de cette ouverture par une distance de 15 millimètres.

La fente que je viens de signaler donne entrée dans une sorte de poche dilatable, dans laquelle une sonde pénètre à la profondeur de 15 millimètres; elle est remplie par une matière pultacée, d'une gris sale, d'un toucher onctueux, exhalant une odeur de musc très prononcée.

Lorsque l'on examine la région périnéale par sa face interne, on y remarque, d'avant en arrière :

1° Le canal de l'urètre;

2° Une masse glandulaire, bilobée, formée par les *glandes à parfum;*

3° Les testicules, logés chacun sous le lobe correspondant de la glande précédente;

4° L'anus, irrégulièrement triangulaire;

5° Deux petits corps, situés sur les côtés de cette ouverture, et qui sont constitués par les *glandes anales*.

a. Glandes à parfum. — La masse glandulaire que je décris sous ce

(1) Peters a signalé des tuniques musculaires dans les glandes musquées de certains reptiles. (Leydig, *Histologie comparée*, p. 90.)

(2) Brandt et Ratzebourg, *Zoologie médicale.*

nom, mesure 19 millimètres dans le sens transversal et 27 millimètres dans le sens antéro-postérieur; elle est, d'ailleurs, loin d'être constituée par les seuls acini, car elle renferme, nous allons le voir, des tuniques musculeuses puissantes; le tissu adipeux y est très développé.

Une coupe transversale, pratiquée dans une des deux glandes en forme de rein qui constituent cet ensemble, présente d'abord la peau avec ses caractères ordinaires; les poils sont nombreux dans le même follicule, les glandes sébacées assez nombreuses, ainsi que les glandes de la sueur.

Après les différentes couches de la peau, vient une épaisse tunique de muscles striés, dont les faisceaux sont disposés horizontalement; en dedans se voit une autre tunique musculaire également composée de faisceaux striés, mais disposés dans le sens longitudinal; on voit donc simplement leur section. Cette tunique musculaire n'est séparée des acini que par une zone de tissu lamineux dense; elle pénètre entre les acini séparés ainsi les uns des autres et par des fibres lamineuses et par des muscles striés. Les culs-de-sac, peu nombreux dans chaque acinus, mesurent en moyenne $0^{mm}08$ de diamètre; les canaux excréteurs, assez volumineux d'ailleurs, deviennent de moins en moins nombreux, augmentent en calibre, puis viennent déboucher dans les pores indiqués plus haut.

Les vaisseaux sont nombreux et ne présentent d'ailleurs rien qui mérite d'être signalé.

b. Glandes anales. — Fort peu développées, comparativement aux précédentes, ces deux glandes offrent chacune, en leur centre, un réservoir central dans lequel s'accumule le produit de la sécrétion, lequel est liquide, brunâtre, d'une odeur fétide, entièrement différent, par conséquent, de celui des glandes à parfum. Ce liquide se rassemble dans le sac, d'où il s'échappe par un canal fort court, dont l'ouverture extérieure se remarque à droite et à gauche de l'anus.

La peau ambiante n'offre rien de particulier; les deux tuniques musculaires s'y remarquent comme dans les glandes précédentes; l'enveloppe lamineuse des acini est moins épaisse que dans les glandes à parfum.

Ces glandes anales offrent donc une certaine ressemblance avec les glandes de la Mangouste, dont les glandes à parfum diffèrent, au contraire, par des caractères sur lesquels il est inutile de revenir.

III. — Ocelot.

Chez ce félin, il existe une paire de glandes nidoriennes qui sont anales ou mieux rectales. Elles consistent en deux masses ovalaires dont les dimensions sont les suivantes :

Longueur.....	16 millimètres.
Largeur moyenne.....	7 —

Leur position est antéro-postérieure par rapport à la direction générale du rectum; leur produit est semi-liquide, pultacé, d'odeur forte et fétide; il est versé au dehors par deux pores situés des deux côtés de l'ouverture anale. Examinée au microscope, cette matière présente des vésicules adipeuses, des cellules épithéliales, etc.

Au centre de la glande se trouve un réservoir, presque régulièrement circulaire, dans lequel s'accumule le produit de la sécrétion; tapissée par une mince membrane, la surface intérieure de cette poche offre la plus grande ressemblance avec ce que l'on observe dans chacune des glandes anales de l'*Herpestes fasciatus;* cinq papilles se remarquent sur cette paroi.

Au point de vue histologique, ces glandes présentent des acini dont chacun est formé de culs-de-sac larges de $0^{mm}07$ en moyenne; on compte souvent quatre-vingts culs-de-sac dans le même acinus. Des fibres lamineuses entourent immédiatement ces acini; autour se trouvent des muscles striés; dans cette trame, on remarque des nerfs à moelle, des capillaires, etc.

IV. — Putorius fœtidus.

Ce Putois, dont je n'ai pu examiner qu'un très jeune individu, présente une poche peu profonde, au centre de laquelle se trouve l'anus; sur les côtés de celui-ci se voient deux petits orifices qui donnent issue au liquide sécrété par les glandes nidoriennes.

Lorsque l'on examine cette région anale par sa face profonde, on observe, sur la ligne médiane, la terminaison du rectum, et, sur les flancs de celui-ci, deux petits sacs ovalaires, constitués par les glandes anales. Celles-ci n'offrent rien de remarquable, si ce n'est un développement abondant de tissu adipeux (1).

(1) J'ai vainement cherché chez le Kinkajou les glandes anales; la région périnéale présente simplement de nombreux follicules superficiels.

V. — Atherura africana.

Dans ce Rongeur, sur le bord supérieur de la poche anale, se voient deux petites ouvertures infundibuliformes correspondant à des glandes. Celles-ci sont peu développées, ovalaires, pourvues d'un réservoir central. Les culs-de-sac mesurent 0mm1 et sont séparés par des cloisons lamineuses. Ces glandes sécrètent un liquide d'odeur fétide.

VI. — Mus Decumanus.

Chez ce Rat, les glandes nidoriennes sont représentées par des glandes volumineuses qui méritent d'être étudiées chez le mâle et chez la femelle.

Chez le mâle, on remarque, de chaque côté de la verge, une glande blanchâtre et claviforme, dont le canal excréteur va déboucher à l'extrémité du prépuce.

Quant à la femelle, elle possède également deux glandes en forme d'amande, situées près du clitoris et présentant les dimensions suivantes :

Diamètre antéro-postérieur.....	15 millimètres.
Diamètre transversal.....	7 —

Cuvier a signalé cette glande; M. Huguier la regarde comme l'analogue de la glande vulvo-vaginale de la femme (1); tout concourt à faire admettre une telle analogie. L'étude histologique de cette glande et des glandes préputiales du mâle m'a donné des caractères semblables à ceux que M. Robin a constatés dans la glande vulvo-vaginale (2). Le produit de ces glandes du Rat est un liquide filant et blanchâtre, dont le caractère nidorien n'est que trop évident.

VII. — Cheiroptères.

Les glandes faciales des Chauves-souris semblent devoir être classées parmi les glandes odorantes; à coup sûr, il faut y ranger ces glandes qui existent sur les côtés de la bouche et que l'on peut désigner sous le nom de *glandes jugales*. Je les ai étudiées dans diverses espèces. (*Vespertilio noctula*, Schreb.; *V. mystacinus*, Leisler; *V. pipis-*

(1) Huguier, *Sur les appareils sécréteurs des organes génitaux externes chez la femme et les animaux*, p. 228.

(2) Robin, id., p. 269.

trellus, Scherb.) elles m'ont présenté les caractères propres à plusieurs des organes étudiés plus haut.

Des études entreprises sur l'Oreillard, etc., et non encore terminées, me portent à admettre que le développement des glandes faciales est en raison inverse de celui des glandes jugales; là où celles-ci font défaut, les premières sont très développées (1).

M. Léon VAILLANT,

Répétiteur à l'École pratique des hautes-études.

Contribution à l'étude anatomique des Némertiens.

(Séance du 6 Septembre 1872).

Le groupe des Némertiens (Miocœlés de Quatrefages), depuis une trentaine d'années surtout, a été l'objet d'un grand nombre de travaux, il me suffira de rappeler les noms d'Ehrenberg, d'Œrsted, de Max Schultze et surtout de M. de Quatrefages, de Claparède, de Keferstein, enfin de M. M'Intosh, qui a fait paraître récemment un travail très étendu sur l'anatomie de ces animaux. Cependant il existe encore bien des difficultés non résolues, et le désaccord qui se montre entre ces auteurs sur des appareils très importants en est une preuve assez frappante. Ayant eu depuis longtemps à m'occuper de ces êtres, pour un travail d'ensemble sur les annelés inférieurs, j'ai dû chercher à contrôler ces vues différentes, et la présente Note contient les résultats auxquels j'ai été conduit sur quelques-uns de ces points litigieux. Dans bien des cas, je me bornerai à un examen critique des différentes opinions émises, me bornant à indiquer celle qui m'a paru la plus conforme à la nature, sur quelques points, mes observations me paraissent conduire à des résultats nouveaux qui pourraient, je crois, fixer nos idées sur la signification physiologique de certains appareils. L'étude de ces êtres présente des difficultés telles que tous les naturalistes qui les ont examinés, s'expliqueront facilement les divergences d'opinion de zoologistes aussi éminents que ceux dont j'ai cité les noms plus haut; aussi ne puis-je penser que j'aie résolu ces questions d'une manière définitive, mais, dans ces études, chacun doit chercher à apporter

(1) Dans une note publiée dans l'*Institut* (1833), M. Rousseau semble avoir confondu ces deux espèces de glandes, qu'il n'hésite pas, d'ailleurs, à qualifier de glandes odorantes.

le résultat de ses travaux, ne fût-ce que pour provoquer de nouvelles recherches, dans bien des cas la multiplicité des observations pouvant seule nous conduire un jour à la vérité.

Enveloppe cutanée.

L'enveloppe externe de la cavité viscérale comprend les téguments proprement dits et les couches musculaires placées au-dessous; j'y joindrai la description de la cuticule viscérale; les connexions entre ces différentes parties sont si intimes, qu'il ne serait pas convenable d'en scinder la description.

Les auteurs sont loin d'être d'accord sur le nombre et la nature des couches qui composent ces différentes parties. Pour MM. Rathke et Œrsted, la peau comprend deux couches au-dessous desquelles se trouvent deux plans musculaires. M. de Quatrefages (1) en donnant une description plus complète, distingue d'abord un *épiderme cilié* puis une couche à laquelle il donne le nom de *derme,* laquelle se divise en une portion externe, renfermant des vacuoles remplies d'un liquide transparent et une portion interne de structure cellulaire; enfin vient une *couche fibreuse,* formée d'éléments transversalement disposés, ces différentes parties constituaient les téguments; quant aux couches musculaires, elles comprennent un plan superficiel à fibres longitudinales et un plan profond à fibres transversales, lesquels plans sont séparés par une sorte d'aponévrose d'où partent des brides rayonnantes. Il faut joindre à ces parties une couche tout à fait interne formant la paroi extérieure de la cavité viscérale, couche qui serait de nature contractile également. Suivant Keferstein (2), la peau ne comprendrait que deux couches, la cuticule et au-dessous une couche finement granuleuse qui peut se subdiviser en deux portions, l'externe renfermant les glandes de la mucosité, l'interne dans laquelle se trouve la substance colorante pigmentaire; par contre, on trouverait quatre couches musculaires qui, de dehors en dedans, se succéderaient dans l'ordre suivant : une couche de fibres annulaires, une couche de fibres longitudinales, puis, de nouveau, une couche de fibres annulaires, suivie tout à fait intérieurement d'une couche de fibres longitudinales. Le désaccord qui semble exister entre ces deux observateurs est, en y regardant d'un peu près, plus apparent que réel, et le tableau ci-joint fera, j'espère, saisir au premier coup d'œil les rapports qui me paraissent résulter de leur des-

(1) De Quatrefages, 1847, p. 141.
(2) Keferstein, 1862, p. 66.

cription et surtout des figures des coupes transversales jointes à leurs deux mémoires (1).

	D'APRÈS M. DE QUATREFAGES :	D'APRÈS KEFERSTEIN :
TÉGUMENTS.	1° Épiderme cilié.	1° Cuticule.
	2° Derme : *a* Couche à vacuoles. *b* Couche cellulaire.	2° Couche granuleuse : *a* Glandes de la mucosité. *b* Couche pigmentaire.
	3° Couche à fibres transverses.	3° Couche de fibres annulaires.
COUCHES MUSCULAIRES.	4° Couche musculaire à fibres longitudinales.	4° Couche de fibres longitudinales.
	Couche aponévrotique.	
	5° Couche musculaire à fibres transverses.	5° Couche de fibres annulaires.
	6° Couche granuleuse contractile de la cavité viscérale.	6° Couche de fibres longitudinales.

La seule différence, si l'on ne tient pas compte de l'interprétation histologique des couches, est, on le voit, la couche aponévrotique, admise par le premier de ces auteurs. Dans la description spéciale qui va suivre, j'aurai à revenir sur ces différents points.

Plus récemment, dans un travail très étendu sur la structure anatomique des Némertes de la Grande-Bretagne, M. M'Intosh (2) a exposé avec de grands détails la composition de l'enveloppe viscérale chez les animaux qui nous occupent ici. Suivant cet auteur, il faut, sous ce point de vue comme sous beaucoup d'autres, ainsi du reste qu'on le verra dans la suite de cette étude, établir une grande différence entre ce qui existe chez les *Nemertinea enopla*, qu'il appelle Ommatopléens, et les *Nemertinea anopla* ou Borlasiens. Chez les premiers, qui ont pour type l'*O. alba* (Thompson), on distinguerait les couches suivantes (3) :

1° Épiderme cilié.
2° Couche granulo-globuleuse.
3° Couche basilaire anhiste.
4° Couche musculaire annulaire.
5° Couche musculaire longitudinale.
6° Fibres pariéto-viscérales.

Chez les *Nemertinea anopla*, tels que la *Nemertes olivacea* (Johnston sp.), la complication serait plus grande :

1° Épiderme cilié.
2° Couche aréolaire avec cellules granuleuses et globules.

(1) De Quatrefages, 1847, pl. XVIII, fig. 4-5. — Keferstein, 1862, pl. VII, fig. 3-4.
(2) M'Intosh, 1868, p. 307.
(3) Les numéros d'ordre, que je place devant ces différentes couches, indiqueront à première vue les rapports qui me semblent pouvoir être établis dans ces deux séries.

3° Couche basilaire anhiste
3° *bis* Couche : *a* de granules pigmentaires et de globules cuticulaires.
b de fibres musculaires longitudinales.
4° Couche de fibres musculaires annulaires.
5° Couche de fibres musculaires longitudinales.

Les fibres pariéto-viscérales, quoiqu'elles ne soient pas mentionnées ici, doivent cependant exister. Chez d'autres espèces, on rencontre différentes variétés; l'une des plus remarquables est celle que présente le *Lineus longissimus* (Sow.), chez lequel la couche n° 3 *bis,* chargée de pigment, serait subdivisée en deux par une bande noire et superposée à une strate supplémentaire de fibres transversales, de nature fibreuse sans doute. En outre, la partie la plus interne de la première couche de fibres musculaires longitudinales renfermerait sur certains points des granules d'aspect glanduleux.

En somme, la principale différence entre ces deux sections porterait sur l'intercalation chez les *Anopla* de la double couche n° 3 *bis*, qui manquerait chez les *Enopla*, différence importante d'ailleurs, puisqu'elle ferait commencer les plans musculaires chez les premiers par une série de fibres longitudinales, fait anormal, par rapport à ce qu'on peut considérer comme l'archétype du système musculaire dans le règne animal.

Quant aux rapports à établir entre la manière de voir de M. M'Intosh et des autres précédemment cités, les tableaux que j'ai mis sous les yeux du lecteur le font assez ressortir, pour que je ne croie pas devoir insister davantage sur ce point.

Cuticule. — Il est fort aisé de reconnaître cette couche la plus extérieure de toutes, mais il n'est pas aussi facile d'en étudier la nature et les détails dans l'impossibilité où l'on se trouve de l'isoler d'une manière convenable. Sur les coupes empruntées à des individus durcis par les moyens ordinaires, il est absolument impossible de la distinguer au milieu du mucus concrété, qui recouvre la surface du corps et y adhère si intimement, qu'on ne peut l'enlever sans arracher en même temps une grande portion des téguments. Si l'on cherche à faire lentement mourir et macérer dans l'eau de mer des individus ou des fragments d'individus, cette couche se décompose l'une des premières et disparaît; ce phénomène a même lieu souvent sous les yeux de l'observateur, si l'on comprime trop fortement les animaux. Le seul moyen que nous ayons aujourd'hui d'étudier cette cuticule est d'examiner des Némertiens de petite taille ou de taille

moyenne, en les soumettant à une compression méthodique et graduelle.

On reconnaît alors qu'elle s'étend à la surface du corps comme une sorte de vernis, restant toujours dans un état demi-muqueux, sans prendre jamais la consistance qu'elle acquiert chez les Lombrics ou les Sangsues; sa structure, autant qu'on en peut juger, est absolument homogène; cependant, sur la *Valencinia splendida* (Qtr.), j'ai reconnu plusieurs fois des sortes de dessins tourbillonnants; résultent-ils de différences résidant en réalité dans cette cuticule? n'appartiennent-ils pas plutôt aux couches sous-jacentes? n'est-ce pas un simple effet dû à la pression? ce sont là autant de questions qu'il m'a été impossible de décider. M. M'Intosh indique chez la *Borlasia olivacea* (Johnston) une disposition qui rappellerait un épithélium réel à cellules mesurant environ $0^{mm}025$ (1). Quant à l'épaisseur de cette partie, elle est fort difficile à apprécier. M. de Quatrefages l'estime à $0^{mm}003$ pour les plus grandes espèces (2).

Ce que la cuticule offre de plus remarquable, ce sont les cils vibratiles qui la recouvrent extérieurement, et qui lui donnent son aspect spécial. Ces organes se rencontrent sur toute la surface du corps, leur longueur est partout la même, et M. de Quatrefages a fait remarquer qu'on n'y voit jamais ces prolongements plus longs généralement désignés aujourd'hui sous le nom de *poils tactiles*, et qui existent habituellement chez les Planariés. Cependant ces organes ont été signalés par Keferstein chez l'*Œrstedia pallida* (Kef.), où j'ai pu moi-même les observer; cela pourrait tenir à ce que cette espèce n'aurait été encore vue que dans un état d'incomplet développement. Sur certains points du corps dans les fossettes céphaliques, qui représentent des organes spéciaux dont l'usage est encore très imparfaitement connu, les cils vibratiles acquièrent également un développement plus considérable. Ce ne serait pas ici le lieu d'entrer dans des détails sur la nature histologique de ces organes, je me bornerai à dire que sur les lambeaux de téguments séparés de l'individu leur mouvement est de peu de durée, et lorsque celui-ci cesse, il devient impossible de constater leur présence, ils semblent se liquéfier comme la cuticule elle-même, ce qui confirmerait l'opinion qu'ils sont entièrement de nature sarcodique.

Derme. — Il me paraît convenable, jusqu'à ce que nous ayons une connaissance plus complète de cette partie des téguments, de lui conserver le nom imposé par M. de Quatrefages, avec les restrictions

(1) M'Intosh, 1868, p. 372, pl. IX, fig. 4.
(2) de Quatrefages, 1847, p. 142.

énoncées par notre savant maître. Sans doute, il serait très inexact de comparer cette couche au derme des animaux supérieurs; toutefois, sa situation, en dehors des parties contractiles et au-dessous d'une enveloppe protectrice superficielle, permet une sorte de rapprochement. Cependant, il est certain que, en tout ou en partie, elle concourt à la formation de la couche extérieure, et joue par conséquent le rôle de matrice de la cuticule, partie plutôt comparable, comme je l'ai dit ailleurs, à la couche de Malpighi qu'au derme proprement dit (1).

Cette portion de la peau a été subdivisée en deux couches par les auteurs dont les travaux ont été analysés précédemment. Ce n'est pas que ces deux subdivisions soient, au point de vue de la dissection, plus faciles à isoler que les autres couches, j'ai déjà insisté sur l'impossibilité où l'on se trouve d'en séparer aucune, mais sur les coupes, ou par les autres modes d'examen, on reconnaît que la limite à établir entre elles est difficile; elles se fondent l'une dans l'autre, tandis que les autres plans tégumentaires se reconnaissent avec une grande netteté. A ce point de vue, la réunion est parfaitement justifiée.

Ce qui distingue la couche externe, c'est la présence dans son épaisseur d'une multitude de vacuoles, parfaitement décrites et figurées par M. de Quatrefages. Elles apparaissent comme des espaces clairs, réfractant fortement la lumière au milieu d'une substance translucide, d'aspect semi-gélatineux, finement granuleuse. Ces vacuoles sont placées sur un ou plusieurs rangs, tantôt parfaitement sphériques, quelquefois légèrement ovoïdes; leurs dimensions varient de $0^{mm}003$ à $0^{mm}020$. Ces éléments seraient de véritables cellules dont la paroi doit être fort mince, en tous cas, je n'ai pas pu la constater clairement. Quant à la substance dans laquelle elles sont plongées, elle n'offre nulle part traces d'organisation cellulaire; c'est une masse homogène, sauf cette importante condition on comparerait volontiers cette partie du derme à la matrice de la cuticule dont elle offre l'aspect général, surtout lorsqu'on peut l'examiner, par sa surface externe, dans des points où la cuticule a été accidentellement détruite. Keferstein regarde ces vacuoles comme des glandes mucipares, ce que l'analogie semble indiquer. Il ne s'explique pas, toutefois, sur la présence d'une paroi propre, et dit n'avoir pu constater de canal excréteur. Quand on comprime une Némerte, il est habituel, surtout quand les tissus commencent à se dissocier, de voir apparaître sur les bords du corps de l'animal de grosses gouttes transpa-

(1) L. Vaillant, 1870, p. 14.

rentes, d'aspect huileux. Il est possible que se soit là du mucus s'échappant par expression, cependant, il est plus probable qu'il faut les attribuer à cette décomposition particulière des tissus chez les animaux inférieurs, décomposition sarcodique sur laquelle Dujardin, le premier, a particulièrement insisté. En tous cas, il est absolument impossible de saisir une relation entre la substance contenue dans les vacuoles du derme et ces gouttes huileuses.

La couche profonde ne se voit bien que sur les grandes espèces, et paraît absolument manquer dans celles qui sont incolores. Sa structure histologique est beaucoup moins nette que pour la précédente. M. de Quatrefages, qui l'a décrite et figurée chez le *Lineus longissimus* (Sow.), la regarde comme manifestement cellulaire. Elle serait formée de deux rangs de cellules, hautes de $0^{mm}014$, de largeur variable; il serait souvent possible, entre celles-ci, de reconnaître une cloison double, résultant de l'adossement des deux parois cellulaires. Je n'ai pas eu l'occasion de rechercher ces éléments sur cette même espèce. Sur celles que j'ai pu examiner dans ce but, même chez les gros individus du genre *Valencinia*, il ne m'a jamais été possible de reconnaître une semblable structure; je n'ai trouvé qu'une couche formée d'une substance amorphe, granuleuse, dans laquelle on ne pouvait distinguer aucune espèce de cellules. Cette opinion est celle aussi à laquelle paraît être arrivé Keferstein. Comme l'a fait remarquer cet auteur, c'est dans cette couche que l'on rencontre la substance pigmentaire, qui donne aux Némertiens leur coloration.

La substance colorante m'a paru, chez la *Valencinia splendida* (Qtr.), contenue dans de petites cellules sphériques de grandeur très variable et d'aspect muriforme. Comme je n'ai pu observer ces éléments que par des coupes fines faites sur des individus durcis par la simple dessiccation, ce résultat ne doit être accepté qu'avec restrictions, les éléments, par ces manipulations, doivent éprouver de trop grands changements pour qu'on puisse apprécier leur nature histologique.

Il est important de remarquer que cette description du derme et sa subdivision en deux parties n'est réellement appréciable que sur les animaux d'une certaine taille; dans les espèces moyennes et petites, la distinction ne peut être saisie. La portion sous-cuticulaire des téguments sa compose alors d'une couche unique de substance granuleuse, dans laquelle se trouvent les glandes mucipares et la matière pigmentaire. C'est une raison de plus pour ne regarder les deux couches décrites que comme faisant partie d'un même système.

Une particularité que présente constamment le derme, c'est qu'à la partie antérieure de la tête il s'épaissit notablement. Ce fait est sans doute en rapport avec une fonction spéciale de cette partie

relative au tact, ce qui serait conforme à ce qu'on connaît chez d'autres vers, tels que les Lombricins.

Keferstein a enfin signalé, dans l'épaisseur du derme chez le *Cephalotrix ocellata* (Kef.), la présence de petits cristaux, qu'il regarde comme constitués par de l'Aragonite, longs de 0m003 à 0m008. Cette observation est d'autant plus remarquable que, chez les Planariés, nous trouvons habituellement dans les téguments des corps qui paraissent pouvoir être rapprochés de ces productions.

La véritable nature histologique des éléments des téguments est fort difficile à établir; pour beaucoup d'autres tissus chez ces animaux il en est de même, cela tient à ce qu'on pourrait appeler la diffluence des animaux, joint à leur extrême contractilité. Aussi longtemps que la vie existe, les différents tissus, ou du moins les couches qu'ils forment sont bien distinctes; mais aussitôt après la mort, surtout par le contact des liquides quels qu'ils soient dans lesquels on doit forcément examiner ces animaux, les éléments se dissocient, se dissolvent en quelque sorte, ou du moins deviennent tellement transparents, qu'il est presque impossible de les distinguer avec netteté; joignez à ces causes la mollesse du corps entier qui fait que, sous la moindre pression, les éléments dissociés se mélangent souvent les uns avec les autres, de manière à empêcher qu'on puisse reconnaître avec quelque certitude la couche à laquelle ils appartiennent, et on se fera une idée des difficultés qu'offre ce genre de recherches. Pour obvier à ces inconvénients, on a employé les différents réactifs usités en pareil cas : acide acétique, acide osmique, acide chromique et chromates, alcool, coloration par le carmin, etc. Cependant, jusqu'ici, on peut dire qu'on n'en a pas trouvé de réellement convenable pour l'étude de ces tissus délicats, et d'ailleurs, ici surtout il importe de se le rappeler, sur ces éléments, l'action des réactifs doit apporter de grandes modifications, et ce n'est que sous toutes réserves qu'on vient, après leur emploi, en décrire la forme et les dimensions; on ne peut guère, par ces moyens, arriver qu'à la connaissance de leurs rapports réciproques. Les seuls éléments figurés que j'aie pu reconnaître, outre les glandes de la mucosité, comme se rapportant peut-être à ces couches, sont des sortes de cellules à double prolongement dont je parlerai plus bas à propos du système musculaire.

Couches musculaires. — En se reportant aux tableaux donnés précédemment, on peut voir que c'est sur les plans de tissu contractile, leur nombre et leur disposition, que portent les divergences entre les auteurs qui se sont occupés, avec le plus de succès, de l'anatomie des

Miocélés. Sans revenir ici sur l'analyse que j'ai donnée de ces travaux, voici ce que l'observation me paraît démontrer; cependant, je crois utile de prévenir, avant d'entrer dans ces détails, que je ne pense pas pouvoir admettre les expressions de fibres aponévrotiques et de fibres musculaires dont se sert M. de Quatrefages, et qu'on retrouve dans le travail de M. M'Intosh. Nos connaissances sur les fonctions réelles des éléments chez des animaux aussi inférieurs sont encore trop incomplètes, pour qu'il soit possible, à l'heure actuelle, d'établir une distinction aussi absolue; il me paraît plus probable que toutes les fibres sont de nature contractiles dans les couches sous-cutanées; en tous cas, est-il impossible, par l'examen physico-chimique, de reconnaître des caractères différentiels suffisants. C'est dans cette hypothèse que sont décrits les plans musculaires suivants.

Au-dessous du derme, on trouve une première couche de fibres transversalement disposées, c'est la plus mince de toutes au moins sur les coupes obtenues sur les animaux durcis par l'immersion et le séjour dans l'alcool concentré, ou la simple dessiccation, moyens qui m'ont donné jusqu'ici les résultats les plus satisfaisants. Elle recouvre une couche de fibres longitudinales excessivement développée et qui, dans les conditions que je viens d'énoncer, offre une épaisseur au moins de dix à quinze fois supérieure à celle de la précédente. A l'état normal, il ne doit pas en être de même; sur les animaux plongés vivants dans un liquide irritant, le premier effet est de raccourcir la dimension longitudinale, les fibres de ce second plan en sont certainement les agents principaux, sinon exclusifs, et leur contraction les faisant revenir sur elles-mêmes, la couche qu'elles composent doit acquérir un développement en épaisseur exagéré, la couche des fibres annulaires relâchées, distendues, doit, au contraire, avoir une ténuité anormale. Sur les individus vivants comprimés, la transparence des parties ne rend guère possible la délimitation exacte et ne permet pas de reconnaître leurs épaisseurs réciproques.

Les couches précédentes peuvent être comparées à celles qu'on rencontre chez tous les autres vers. Quant à la suivante, elle est jusqu'à un certain point spéciale aux Miocœlés. La plus extérieure, c'est-à-dire celle qui suit immédiatement la couche de fibres longitudinales, est composée de fibres annulaires; elle présente, en outre, des fibres rayonnantes tant dirigées en dehors, celles-ci sont peu marquées, que centripètes, se rendant jusque sur les parois de la gaîne de la trompe et la cavité cœliaque. C'est probablement une portion de cette lame que M. de Quatrefages a désignée sous le nom de couche aponévrotique; au moins la disposition des fibres rayonnantes, qu'il

décrit comme s'en détachant, peut le faire supposer. L'épaisseur de cette couche est à peu près double de la couche externe.

Les éléments constitutifs du système musculaire sont plus faciles à étudier que ceux des téguments, et chez les grosses espèces ils présentent une résistance assez grande, pour qu'on puisse en obtenir des préparations suffisamment nettes, surtout dans la couche moyenne à fibres longitudinales. Suivant M. de Quatrefages, il y aurait une différence entre les fibres de la couche à fibres longitudinales et celle à fibres transverses interne; dans la première, elles mesureraient $0^{mm}010$ à $0^{mm}011$ et offriraient une grande tendance, lorsque la couche est isolée, à se partager en sections, la fibre prenant alors une sorte d'apparence moniliforme (1), les éléments de la couche interne, eux, se rapporteraient à ce que cet auteur a appelé *muscles en stries*. Keferstein paraît n'avoir étudié que les fibres de la trompe.

Dans la *Valencinia splendida* (Qtr.), les fibres de la couche moyenne se présentent sous la forme de lamelles larges de $0^{mm}009$ à $0^{mm}011$, entièrement granuleuses, sans qu'il soit possible d'apercevoir une distinction en substance corticale et médullaire, l'acide acétique les gonfle légèrement en les rendant plus nettes, leur largeur est impossible à apprécier; il en est de même de leur terminaison. Au bout d'un certain temps, surtout lorsque les préparations ont été à demi-desséchées et humectées de nouveau, on distingue dans les trois couches une grande quantité de noyaux ovoïdes très petits, mesurant $0^{mm}0102$ sur $0^{mm}0045$, le grand axe est dirigé dans le sens des fibres de chaque couche; dans l'état où les mettent les préparations successives auxquelles on est obligé de les soumettre pour les apercevoir, ces éléments sont fortement granuleux. Chez le *Cephalotrix filum* (Qtr. sp.), j'ai trouvé les fibres musculaires ayant un diamètre de $0^{mm}029$; elles avaient été traitées par l'acide acétique, leur apparence était d'ailleurs absolument celle que j'ai décrite plus haut.

Je place ici la description d'éléments anatomiques que j'ai observés pour la première fois sur la *Borlasia mandilla* (Qtr.), bien qu'on puisse regarder comme douteux qu'ils appartiennent, en réalité, à l'appareil musculaire : ce sont ces cellules à double prolongement dont j'ai dit un mot en parlant des couches tégumentaires. Pour les obtenir, il suffit de plonger un animal bien vivant dans l'eau de mer, aiguisée par l'acide acétique; il se contracte aussitôt, en faisant exsuder un mucus très abondant. L'action du réactif ne tarde pas à ramollir la surface, il suffit alors de râcler les couches superficielles avec la lame d'un scalpel, et, dans le magma ainsi obtenu, on recon-

(1) De Quatrefages, 1847, pl. XXIII, fig. 7.

naît avec facilité ces éléments. Ce sont (1) des cellulles ovoïdes, très petites, mesurant de 0mm0034 à 0mm0045 de long à chaque extrémité du grand diamètre, par un prolongement de longueur indéterminée, car ils m'ont toujours paru brisés; les plus grands atteignent de quatre à cinq fois le diamètre de la cellule, leur largeur étant à peine de 0mm0011, mais régulière sur toute l'étendue; la cellule est granuleuse, avec nucléole. Il est impossible de décider avec quelque certitude ce que représentent ces éléments et leur position anatomique, l'action des réactifs devant les avoir modifiés et le mode de préparation grossier employé pour les obtenir ne permettant d'avoir aucune notion sur le second point. Ils peuvent aussi bien appartenir aux couches tégumentaires qu'aux plans musculaires superficiels. En admettant même, comme certains auteurs, ce qui me paraît toutefois fort douteux, des canaux traversant les couches cutanées et en rapport avec les organes génitaux, ces cellules à double prolongement pourraient venir de parties encore plus profondes. C'est une question à étudier entièrement. J'ai aussi constaté la présence de ces éléments chez les *Nemertes opaca* (Qtr. sp.), et *N. communis* (V. Bened.).

Cuticule viscérale. — Tout à fait à l'intérieur, formant la paroi immédiate de la cavité viscérale, se trouve une dernière couche dont la nature est difficile à interpréter. M. de Quatrefages (2) l'a parfaitement décrite et figurée comme une matière homogène, finement granuleuse; suivant lui, sur les grandes espèces, elle paraît consister en fibres disposées tranversalement. Pour Keferstein (3), ces fibres seraient longitudinales, car, surtout d'après les figures, il me paraît probable que cette couche est bien sa quatrième couche musculaire. Je dois avouer que, quelles que soient les espèces auxquelles je me sois adressé, et j'ai pu étudier ces couches sur des individus où les parois de la cavité viscérale n'avaient pas moins de 1 millimètre d'épaisseur totale, jamais je n'ai pu reconnaître de fibres distinctes. J'ai toujours trouvé une couche amorphe avec les caractères assignés plus haut. L'épaisseur de cette couche est à peu près égale à celle de la précédente, la substance qui la forme se prolonge sur les fibres rayonnantes centripètes. Quelle est la signification de ce dernier plan? Pour les deux auteurs précités, c'est encore une couche de tissu contractile; cela me paraît très douteux. On voit bien, chez les petites espèces, les tractus centripètes se contracter, mais cela peut se rapporter avec plus de vraisemblance aux filets qui

(1) Pl. XI, fig. 9.
(2) De Quatrefages, 1847, p. 152, pl. XVIII, fig. 4 *e*; pl. XXII, fig. 3 *e*; pl. XXIII, fig. 4 *f*, *g*.
(3) Keferstein, 1862, pl. VII, fig. 3 et 4 *l*.

émanent de la troisième couche à fibres annulaires; il faut y voir plutôt une sorte de cuticule interne, comparable à une séreuse, formant la paroi propre de la cavité viscérale, ce qui est encore rendu plus probable par la présence d'une couche analogue sur tous les organes contenus dans cette cavité, fait indiqué avec beaucoup de précision par M. de Quatrefages, qui rattache l'étude de cette couche à celle de la grande cavité générale.

Avant de terminer, je dois encore faire remarquer que tous ces détails, qui se voient avec netteté sur les grandes espèces, sont beaucoup plus obscurs sur les petites; cela tient sans doute à ce qu'il peut se produire sur celles-ci certaines simplifications, mais aussi à ce que la ténuité et la transparence des tissus, dans ce cas, rendent très difficile la délimitation des parties.

Appareil digestif.

Il me paraît plus commode, au point de vue de l'anatomie descriptive, de faire suivre l'étude de la peau, formant la paroi externe de la cavité viscérale, de celle de la paroi intérieure de cette même cavité. Si, pour un grand nombre d'animaux, cette méthode offre quelques désavantages sur une distinction plus physiologique, chez les Némertiens il n'en est pas de même, attendu l'incertitude qui règne encore sur le rôle que peuvent jouer les cavités internes, car les auteurs n'ont pas encore pu s'accorder sur la signification de ceux-ci, et en particulier sur celui qu'on doit regarder comme représentant le tube digestif. Avant donc d'aborder la discussion des vues émises par les différents anatomistes, je décrirai simplement ces appareils pour rendre plus claires les considérations physiologiques qui devront les suivre.

Les cavités intérieures qui se trouvent formées par les membranes muqueuses en continuité avec le tégument externe sont au nombre de deux. L'une, supérieure, a été désignée par tous les auteurs, à peu d'exception près, sous le nom de *trompe*. L'autre a été regardée par les uns comme l'appareil génital, par les autres comme le véritable tube digestif. Sans préjuger la question, je la désignerai sous le nom de *cavité cœliaque*, elle est située au-dessous de la précédente, et son orifice est placé toujours en arrière de celui de la trompe.

Trompe. — Cet appareil est en quelque sorte propre aux Némertiens, et s'il paraît en exister quelque trace chez certains Planariés, tels que le *Prorhynchus fluviatilis*, il existe cependant de si grandes différences

que c'est plutôt un rapprochement éloigné à faire qu'une similitude réelle à établir.

La situation de la trompe est invariablement à la partie supérieure de la cavité viscérale; à l'état de repos, elle s'étend depuis la partie antérieure sur une longueur très variable en arrière, suivant les espèces et aussi suivant le développement de l'individu. En général, elle est à proportion plus longue chez les *Nemertinea enopla* que chez les *Nemertinea anopla*. Chez les premiers, elle atteint souvent la partie postérieure du corps, parfois même elle décrit sur son trajet de légères sinuosités qui indiquent assez qu'elle est plus longue que l'animal lui-même. Chez les seconds, au contraire, elle se prolonge rarement au delà des deux tiers ou des trois quarts antérieurs. Dans une même espèce on remarque également que plus l'individu est développé passé une certaine taille, car la proposition cesserait d'être vraie pour les animaux qui n'ont pas encore atteint l'âge adulte, plus la trompe est proportionnellement courte. Il paraît en être à peu près de même dans des espèces voisines et de tailles différentes; le fait est frappant, en particulier, pour le *Lineus longissimus* (Sow.). Dans des exemplaires longs de plusieurs mètres, la trompe atteint à peine 20 ou 30 centimètres.

On verra dans les descriptions suivantes que la trompe offre de grandes différences dans sa disposition anatomique, et sous ce rapport on peut distinguer trois types; le plus simple, qui se rencontre chez les Némertes proprement dites, pourrait être désigné sous le nom de *trompes inermes simples*; le type le plus compliqué caractérise les Némertiens armés, tels que les *Borlasia;* enfin il existe une disposition intermédiaire chez les Valencinies.

Chez les Némertes proprement dites, telles que le *Nemertes olivacea* (Johnst. sp.) ou le *Lineus longissimus* (Sow.), la trompe communique avec l'extérieur par une ouverture située tout à fait en avant, elle se dirige directement en arrière, unie très intimement aux parties voisines jusqu'au niveau du collier nerveux qui l'entoure. A partir de ce point, elle est absolument libre dans une cavité à laquelle on donne le nom de gaîne de la trompe, la partie postérieure seule est fixée par un muscle spécial sur lequel j'aurai plus bas à revenir. Dans tout ce trajet, le calibre de la trompe, renflé d'abord en arrière des ganglions nerveux, va régulièrement en diminuant de la partie antérieure à la partie postérieure, ce qui lui donne la forme d'un entonnoir très allongé. Cependant cela ne paraît pas absolument vrai dans tous les cas, et dans la *Nemertes opaca* (Qtr. sp.) j'ai trouvé des dimensions variées. Sur la trompe d'un magnifique exemplaire de près de 40 centimètres les diamètres

pris à peu près de centimètre en centimètre, l'étendue totale de l'organe étant à peu près de 10 centimètres, étaient les suivants, en partant d'un point situé à environ $0^{mm}015$ de l'extrémité antérieure : $0^{mm}476$, $0^{mm}408$, $0^{mm}245$, $0^{mm}163$, $0^{mm}272$, $0^{mm}204$; cette dernière mesure répondant à l'insertion du muscle rétracteur. On voit qu'après une diminution graduelle qui occupe les trois cinquièmes ou les quatre sixièmes antérieurs, se trouve un rétrécissement suivi d'une nouvelle dilatation. Cette disposition m'a paru générale, et je l'ai retrouvée dans toutes les espèces analogues; je dois dire que mon mode d'examen a consisté à couper les animaux en deux parties à une petite distance de l'extrémité antérieure, en arrière toutefois des masses nerveuses, pour intéresser un point où la trompe fût libre; celle-ci, par les contractions de la paroi du corps, est promptement expulsée et peut être examinée sans compression aucune, car elle est en général assez transparente; ces manœuvres modifient sans doute quelque peu l'apparence des parties par suite des contractions auxquelles elles peuvent donner lieu; cependant la constance du résultat et d'un autre côté les rapports qu'on peut saisir entre cette disposition et ce qui existe dans les autres types me paraissent importants à noter.

La structure des parois de la trompe dans ces Némertiens est fort simple, elles se composent essentiellement d'une couche cuticulaire dont l'épaisseur est de $0^{mm}006$ à $0^{mm}009$, puis viennent des fibres musculaires longitudinales qui, au moins sur les individus plongés dans l'alcool, forment pour la plus grande part l'épaisseur de la paroi; on trouve ensuite des fibres annulaires, et enfin, comme paroi la plus intérieure, des prolongements glandulaires de dimensions variables, suivant les points de l'organe qu'on considère. Suivant Keferstein, il y aurait deux couches de fibres longitudinales, une tout à fait interne, et deux couches annulaires, dont l'une externe; dans les espèces que j'ai eu l'occasion d'examiner, je n'ai pu reconnaître une semblable complication. M. M'Intosh décrit la structure de la trompe chez ses Borlasiens, à peu près comme je l'ai fait plus haut; toutefois, il signale entre la couche glandulaire interne et les muscles annulaires une couche basilaire dont je n'ai pu nettement constater l'existence. Ces deux auteurs ont aussi décrit une disposition très remarquable des fibres annulaires qui, suivant le dernier, serait caractéristique des *Nemertinea anopla*. Sur la section transversale de la trompe [1] on voit en bas, à la partie médiane, deux faisceaux de fibres se détacher de la face extérieure de la couche musculaire

[1] M'Intosh, 1868, p. 380, pl. XII, fig. 1.

interne; celui de droite se dirige à gauche, et réciproquement celui de gauche à droite, de sorte que ces faisceaux s'entre-croisent en X au milieu de la couche des fibres longitudinales, ils poursuivent ensuite leur trajet vers l'extérieur de façon à doubler la couche cuticulaire, et gagnent la partie dorsale, mais avant de l'atteindre ils se rapprochent de nouveau de l'axe de la trompe, et se réunissent au milieu de la couche de fibres longitudinales en la partageant en deux parties, dont un segment externe tout à fait isolé.

Une question fort difficile à résoudre, bien qu'au premier abord elle paraisse assez simple, serait de savoir quel est le mode de terminaison de la trompe. Je crois devoir en parler ici, parce que mes recherches à ce sujet ont particulièrement porté sur les Némertes proprement dites. Sur ce point important, comme sur beaucoup d'autres relatifs à l'anatomie de ces êtres, les auteurs sont très peu d'accord. Quelques-uns, comme MM. Williams et Johnston, croient qu'elle présente un orifice postérieur externe situé, pour le premier, latéralement un peu en avant de la partie moyenne du corps; pour le second, à l'extrémité caudale; ces deux opinions sont généralement abandonnées aujourd'hui, et la plupart des auteurs, depuis les travaux de M. de Quatrefages, pensent que la trompe se termine en un cul-de-sac sur lequel s'insère le muscle rétracteur; ce dernier s'étendrait de ce point à la paroi du corps, ou, plus exactement suivant M. M'Intosh, à la gaîne de la trompe; mais cette gaîne fort mince s'appliquant, surtout en haut, très exactement à la paroi tégumentaire au point de se confondre avec elle, il s'ensuit que cette différence d'appréciation n'a qu'une très médiocre importance. Il m'a semblé qu'aucune de ces deux manières de voir n'était exacte, que la trompe présentait effectivement un orifice postérieur, mais débouchant au milieu de la cavité viscérale et non à l'extérieur. En effet, si on examine la partie postérieure de l'appareil proboscidien isolé chez le *Lineus longissimus* (Sow.) (1), ou une Némerte, telle que la *Nemertes olivacea* (Johnst. sp.), si les tissus sont encore intacts, c'est-à-dire avant que l'action trop prolongée des liquides dans lesquels la préparation est placée, fût-ce même de l'eau de mer, n'ait altéré les éléments et augmenté l'état de contraction des parties, on remarque que la terminaison en cul-de-sac est loin d'être aussi nette qu'on le dit généralement; en effet, les différentes couches qui composent la trompe sont assez épaisses, et on devrait les voir, en ce point, se recourber pour fermer l'extrémité postérieure du tube, c'est ce qui n'a pas lieu; il est vrai qu'il convient de retrancher la cuticule externe qui se continue sur le muscle

(1) Pl. XI, fig. 5.

rétracteur proboscidien, et la couche des fibres musculaires longitudinales qui se confond avec ce même muscle, mais il n'en est pas de même de la couche de fibres annulaires et de la couche glandulaire, or celle-ci se continue jusqu'au fond de la trompe et repose sur le muscle rétracteur sans qu'on voie de limite tranchée comme celle qui devrait se rencontrer, si la couche des fibres annulaires et sans doute une portion de la couche des fibres longitudinales formaient en ce point une cloison réelle. Je dois ajouter que toujours, au bout de quelque temps, parfois même dès le début, la couche glandulaire est séparée du muscle rétracteur par une certaine épaisseur de tissu, surtout si l'on examine avec une compression un peu forte ce qui, suivant moi, serait dû à la contraction accidentelle des fibres annulaires agissant, en ce moment, comme une sorte de sphincter; mais cela n'est pas constant, et cependant devrait l'être, si la terminaison en cul-de-sac était réelle. Cette manière de voir me paraît rendue plus probable par la disposition du muscle rétracteur qui, suivant la remarque déjà faite par plusieurs auteurs, n'est pas un tout plein, mais est généralement composé d'une série de faisceaux disjoints, plusieurs figures de M. de Quatrefages (1) et de M. M'Intosh (2) le montrent, moi-même, sur la *Nemertes assimilis* (Œrsd.) (3), j'ai observé ces faisceaux formant comme une sorte de cône tronqué creux dont la troncature correspondait à la terminaison de la trompe; de ces faits, il serait permis de conclure que l'orifice proboscidien postérieur trouve un libre passage au milieu de la masse musculaire. Toutefois, malgré toutes ces observations anatomiques, j'avoue conserver encore quelque doute, attendu que je n'ai jamais pu voir le passage des matières contenues dans la trompe au travers de cette ouverture postérieure, et, quelque présomption que je puisse avoir sur sa présence, tant qu'on n'aura pas obtenu cette preuve, que j'ai en vain cherché à produire mainte et mainte fois, on peut n'accepter ces idées qu'avec doute. Les anatomistes familiarisés avec l'étude de ces animaux inférieurs comprendront pourquoi ces faits méritent d'être exposés, quoique la démonstration entière ne puisse encore être fournie, il est important de fixer l'attention sur ces points encore obscurs, car ce n'est que par des démonstrations multipliées qu'on peut espérer, dans une circonstance heureuse et fortuite, arriver à les résoudre.

Le second type d'appareil proboscidien que j'ai cru devoir distinguer ne diffère que très peu du précédent et n'en est, à proprement

(1) De Quatrefages, 1847, pl. XX, fig. 6.
(2) M'Intosh, 1868, pl. VIII, fig. 4.
(3) Pl. XI, fig. 6.

parler, qu'une variété consistant dans l'exagération du rétrécissement que j'ai signalé dans la trompe de la *Nemertes opaca*. Je le crois propre au genre *Valencinia,* c'est au moins le seul sur lequel jusqu'ici j'ai eu l'occasion de l'observer. Sur le *V. longirostris* (Qtr.), chez lequel la trompe atteint assez habituellement 6 à 10 centimètres de long sur une plus grande largeur d'environ 1 millimètre, on observe (1) d'abord comme dans le type précédent, en arrière des masses nerveuses, une dilatation, les parois sont relativement peu épaisses et la tunique interne, plissée suivant sa longueur, semble peu glandulaire, le diamètre se rétrécit plus loin et n'a plus guère que le tiers de la dimension primitive, sans que l'épaisseur des parois soit sensiblement modifiée; mais bientôt celles-ci s'accroissent, au point de ne plus laisser voir en leur centre qu'un simple trait indiquant la présence d'un canal très étroit (2). Cette disposition n'existe que sur une petite longueur d'environ $0^{mm}74$, ensuite le canal devient brusquement un peu plus large (3); toutefois, les parois restant encore fort épaisses, il n'occupe guère que le cinquième de la largeur totale qui n'est, en ce point, que de $0^{mm}45$; la longueur de cette portion est $2^{mm}89$, elle est suivie d'une dilatation nouvelle également brusque, due encore à l'amincissement des parois ne mesurant plus que $0^{mm}7$, abstraction faite des glandes fort abondantes qui tapissent la face interne. Jusqu'à sa terminaison postérieure, le canal proboscidien ne présente plus de modification qui mérite d'être signalée. Cette disposition avait déjà été en partie au moins signalée et figurée, par M. de Quatrefages (4), sur cette même espèce. Il est bon de remarquer que ces changements d'épaisseur de la paroi dépendent exclusivement du développement variable des couches musculaires.

Chez les *Nemertinea enopla,* l'appareil proboscidien se complique d'une manière remarquable, les particularités qu'il présente ont fixé l'attention des naturalistes depuis Dugès (5) qui, le premier, les a observées; c'est à ce type que se rapportent les descriptions données par la plupart des auteurs. On y distingue trois portions dénommées différemment par les anatomistes qui se sont occupés de cette question. M. de Quatrefages les a désignés sous le nom de *trompe, œsophage* et *intestin*. Quoique ce zoologiste ait présenté ces dénominations avec une réserve justifiée, on ne peut disconvenir que cet emprunt fait à l'anatomie d'animaux plus élevés dans la série et chez lesquels la

(1) Pl. XI, fig. 4.
(2) Pl. XI, fig. 4 : B.
(3) Pl. XI, fig. 4 : C.
(4) De Quatrefages, 1847, pl. IX, fig. 5.
(5) Dugès, 1830, pl. II, fig. 5.

détermination des fonctions physiologiques est facile, soit peu en rapport avec le vague de nos connaissances sur l'appareil proboscidien des Némertes en général. Keferstein, en rejetant ces dénominations, y a substitué les noms de *portion extroversile, appareil stylifère* et *portion glandulaire*. On pourrait peut-être critiquer ce dernier nom, attendu que la première portion est aussi bien pourvue de glandes que la troisième, et M. M'Intosh a employé tout simplement les mots de *région antérieure, moyenne* et *postérieure*. Ces deux nomenclatures me paraissent pouvoir être indifféremment employées. La première portion est la plus longue et débouche en avant par une ouverture tout à fait terminale; elle est, comme dans les types étudiés plus haut, rétrécie et adhérente aux parties voisines, jusqu'en arrière des masses nerveuses, à partir de ce point, elle se dilate un peu pour conserver ensuite le même diamètre jusqu'à sa terminaison. Suivant M. M'Intosh, le seul auteur qui ait étudié à part la structure de chacune des régions, la portion antérieure de la trompe comprend de dehors en dedans les couches suivantes chez l'*Ommatoplea alba* :

1° Couche externe.
2° Couche musculaire longitudinale externe.
3° Couche spéciale réticulée ou moniliforme.
4° Couche musculaire longitudinale interne.
5° Couche musculaire annulaire interne.
6° Couche basilaire.
7° Couche de papilles glandulaires.

J'avoue n'avoir jamais pu distinguer un aussi grand nombre de plans différents. On reconnaît fort bien la couche externe, sorte de cuticule qui se réfléchit sur la gaîne de la trompe en avant; en dedans les papilles sont aussi très nettes; mais, entre ces deux couches, je n'ai rencontré qu'un plan externe de fibres longitudinales et un plan interne de fibres annulaires; mes recherches ont surtout porté sur la *Borlasia mandilla* (Qtr. sp.). La couche réticulée ou moniliforme manque-t-elle dans cette espèce? Est-ce simplement un effet variable dû aux réactifs durcissants dont on doit se servir pour faire les coupes? La précision des indications de M. M'Intosh et les figures détaillées dont sa description est accompagnée rendent peu probable cette dernière hypothèse.

C'est surtout la région moyenne ou portion stylifère qui mérite dans ce groupe d'attirer particulièrement l'attention, c'est elle qui distingue ce type d'appareil proboscidien; la première et la troisième région ont, en effet, leurs analogues dans la trompe des *Nemertinea anopla*. M. de Quatrefages, le premier, a donné une description

détaillée de cet appareil que Dugès et les zoologistes qui l'ont suivi, n'avaient que fort imparfaitement compris. Il y distingue une portion centrale, le stylet comprenant une pointe et un corps, le tout renfermé dans la poche du stylet; latéralement se trouvent les glandes vénéfiques, les muscles adducteurs du stylet, enfin les poches styligènes; ces différentes parties sont comme englobées dans une masse formée de fibres musculaires. Claparède a fait remarquer plus tard (1) que les poches styligènes n'étaient pas exactement closes comme on l'avait admis jusqu'alors, mais qu'elles présentaient à la partie antéro-interne un canal, lequel venait déboucher dans le cul-de-sac terminal de la portion extroversile; pour lui, la véritable glande vénéfique est une dilatation située en arrière du stylet central et que M. de Quatrefages considère comme une dilatation de l'œsophage (suivant sa nomenclature); il a fort bien indiqué sur cette figure des sortes de follicules glanduleux qu'on observe souvent tout autour de la masse constituant l'appareil stylifère. Keferstein paraît avoir à peu près complètement adopté les idées de M. Claparède. Il en est de même de M. M'Intosh qui, seulement, a figuré avec beaucoup plus de soin que ses prédécesseurs les particularités relatives à la disposition de cet appareil chez différentes espèces des côtes d'Angleterre; on lui doit également une description beaucoup plus détaillée des plans musculaires qui entrent dans sa composition. Je laisse ici de côté, à dessein, les opinions émises par ces différents auteurs sur les relations physiologiques des diverses parties de l'appareil stylifère, il en sera question après la description anatomique.

Dans la *Borlasia baculus* (Qtr. sp.) (2), que je prendrai pour type, la portion centrale ou stylet comprend la pointe (3) et son manche (4). La première est transparente, hyaline, sa forme est celle d'un cône allongé, terminé à sa partie libre en une extrémité aiguë qui, par une ouverture percée au fond du cul-de-sac de la portion extroversile précédemment étudiée, peut faire saillie dans celle-ci et même, comme on le verra plus loin, être projetée entièrement à l'extérieur; l'extrémité opposée est brusquement renflée en une masse sphéroïde. On ne peut mieux comparer cet ensemble qu'à une épingle, dont cette masse formerait la *tête,* et on la nomme ordinairement ainsi, en réservant à la partie conique le nom de *lame*. Cette forme est celle qu'on rencontre le plus habituellement; toutefois, dans certaines espèces comme la *Borlasia balmea* (Qtr. sp.) (5), la pointe est moins com-

(1) Claparède, 1861, p. 81, pl. V, fig. 6.
(2) Pl. XI, fig. 1.
(3) Pl. XI, fig. 1 : *a*.
(4) Pl. XI, fig. 1 : *b*.
(5) Pl. XI, fig. 2 : *a*.

pliquée, et au lieu de se terminer par une tête, la lame présente une extrémité adhérente, simplement arrondie. Ces caractères de forme sont très constants et peuvent, je crois, être fort utiles pour les déterminations. Le stylet est placé sur une partie d'un tout autre aspect, c'est le *manche* (1), que M. M'Intosh désigne sous le nom de *sac basilaire granuleux*. Dans l'espèce type, sa forme est celle d'un tronc de cône, dont la troncature, évidée en cupule, reçoit et embrasse la tête du stylet, tandis que la base tournée en arrière est arrondie en demi-sphère; au lieu d'être transparente comme la partie précédemment étudiée, cette portion est obscure, finement granuleuse. La nature chimique de ces deux organes, suivant les auteurs, serait calcaire; sous l'influence des acides, le stylet disparaît avec rapidité, je n'ai, toutefois, jamais observé d'effervescence, au moins en me servant de l'acide acétique, les acides minéraux puissants ont l'inconvénient de coaguler et d'altérer trop profondément les tissus, ce qui masque le résultat; cette absence de dégagement du gaz acide carbonique peut s'expliquer par la petite quantité qui en est produite vu l'exiguité de l'organe, et sa dissolution immédiate. Quant au manche, M. M'Intosh assure avoir observé l'effervescence (2). Je n'ai jamais obtenu ce résultat; il m'a semblé que l'organe était attaqué beaucoup plus lentement que le stylet et laissait une sorte de trame organique reproduisant sa forme générale, aussi serais-je plutôt porté à penser que l'acide acétique agit ici comme sur la plupart des tissus animaux pour les pâlir, les rendre peu à peu diffluents, mais ne les dissoudre qu'à la longue, et la nature calcaire de cette partie me semble au moins douteuse. C'est toutefois un point à étudier, en cherchant à varier les moyens d'exploration.

Le manche éprouve, comme le stylet, certaines modifications de forme. Ainsi, dans la *Borlasia balmea* (Qtr. sp.)(3), déjà citée, il est très allongé, presque cylindrique, quoique un peu atténué en avant, et se renfle brusquement en arrière pour former un véritable épatement, qui rappelle la forme donnée au manche de certains instruments sur lesquels on doit faire agir le maillet ou le marteau, ou si l'on veut également l'extrémité élargie de certains cachets. Le rapport de la longueur du manche à celle de la lame peut aussi être employé dans la spécification des Némertiens.

Cette partie centrale est entourée d'un espace clair (4). M. de Quatrefages la désigne sous le nom de poche ou cavité propre du stylet.

(1) Pl. XI, fig. 1 : *b*.
(2) M. M'Intosh, 1868, p. 328.
(3) Pl. XI, fig. 2 : *b*.
(4) Pl. XI, fig. 1 : *c*; fig. 2 : *c*.

M. M'Intosh sous celui d'emboîtement musculaire *(muscular setting)* de l'appareil basilaire granuleux. La dénomination d'*espace hyalin,* qui ne préjuge rien sur le rôle ou la nature de cette partie, me paraît plus convenable. Toujours bien visible et d'une forme constante sur le manche du stylet, cet espace hyalin ne se voit pas avec la même facilité autour de la pointe dans tôutes les circonstances, ce qui peut être attribué au mouvement et par suite aux rapports plus variés de celle-ci. Le manche y paraît complètement fixe, c'est-à-dire que malgré la transparence de cette partie, qui la ferait volontiers considérer comme fluide, jamais on ne le voit se rapprocher davantage d'une des parois. C'est donc plutôt une masse solide ou tout au moins d'une certaine consistance. Toutefois, lorsqu'on écrase assez complètement l'animal, l'espace hyalin disparaît sans laisser de trace, abandonnant au milieu des éléments musculaires qui l'entourent, le manche du stylet intact. Comme on l'a vu, M. M'Intosh admet que cet organe est de nature contractile; je n'ai pu, quant à moi, lui reconnaître aucune structure histologique appréciable.

De chaque côté de cette portion centrale se trouvent deux organes auxquels leur constance, non moins que la singularité de leur structure, ont toujours fait attacher une grande importance, quoique leur rôle physiologique soit encore sujet à contestation, ce sont les *poches styligènes* (1), ainsi nommées par M. de Quatrefages. Suivant cet auteur, chez certaines espèces, *Polia humilis* (Qtr.), *Polia berea* (Qtr.), il n'y aurait qu'une de ces poches, plus rarement encore, *Polia armata* (Qtr.), il y en aurait quatre. Ces faits sont tellement exceptionnels qu'il est très probable que ces observations se rapportent à quelques monstruosités, et le nombre deux peut être regardé comme la règle. Parfois, cependant, elles font défaut; d'après ce que nous connaissons du développement de ces parties, il est probable qu'il s'agit, dans ce cas, d'animaux encore imparfaits. Ces poches, de forme ovalaire, ayant leur grand diamètre dirigé plus ou moins suivant l'axe de l'animal, mais souvent inclinées légèrement en dedans ou en dehors, sont symétriquement placées dans les masses musculaires qui constituent la portion moyenne de la trompe. M. M'Intosh attache une certaine importance à leur position; ainsi, dans l'*Omatoplea melanocephala* (Johnst.), elles seraient placées beaucoup plus en avant que dans la grande majorité des autres Némertiens armés. Vu la mobilité des différentes parties, ces rapports me paraissent d'une observation difficile et sujets à variations. Ainsi, pour la *Polia coronata* (Qtr.), espèce qui me semble, comme à M. M'Intosh, identique à

(1) Pl. XI, fig. 1 : *d*; fig. 2 : *d*.

l'espèce précitée de Johnston, je n'ai jamais vu les poches styligènes placées aussi antérieurement que le figurent ces auteurs. Ces organes renferment des pointes de stylet à différents degrés de développement, plongées au milieu d'une substance transparente comme celle de l'espace hyalin, mais ici très certainement fluide, comme on peut en juger par la mobilité de ces pointes, mobilité qui, tout en étant très perceptible, n'est pas telle qu'on ne soit porté à penser que ce liquide est assez épais.

Les pointes contenues dans les poches styligènes sont toujours construites sur le même type que la pointe centrale, c'est-à-dire que si celle-ci présente une tête, celles-là en seront pourvues également à leur développement parfait; les dimensions m'ont également toujours paru semblables, cependant les auteurs citent des faits opposés. Ainsi Keferstein (1), chez le *Prosorochmus Claparedii,* dit avoir observé, chez un jeune individu, que les pointes des poches styligènes étaient plus développées que celle du stylet central. M. M'Intosh, de son côté (2), dans une étude fort approfondie du développement de ces organes chez l'*Ommatoplea alba* (Thompson), indique des différences, mais en sens inverse, les pointes latérales étant de dimensions moindres que la pointe médiane. Pour tous ces cas, il s'agit d'individus en voie de développement, on est donc fondé à affirmer d'après les faits connus que, chez l'adulte, les pointes sont toutes semblables sur un même individu. Dans les poches styligènes, même chez l'animal complètement développé, les pointes ne sont pas toutes également parfaites : les unes sont composées d'une lame et d'une tête; chez d'autres, la lame seule existe, et, pour ces dernières, la longueur est elle-même variable; ainsi, les unes sont égales aux lames pourvues d'une tête, tandis que d'autres beaucoup plus courtes sont, en quelque sorte, réduites à l'extrémité aiguë. On remarque, en outre, dans les poches styligènes, des vésicules transparentes libres; leurs dimensions sont variables, et on voit fort bien que les plus grosses renferment un contenu absolument homogène, qu'un peu plus tard il y apparaît une extrémité aiguë de lame, puis celle-ci, croissant de plus en plus, sort de la vésicule qui, au contraire, diminue de volume, finit par ne plus former qu'une sorte de capuchon à l'extrémité élargie de la lame, et disparaît lors de la formation de la tête. Il est habituel de rencontrer dans une même poche des lames et des vésicules transparentes à toutes ces périodes, ce qui démontre clairement le mode de développement de la pointe stylaire.

J'ai dit que ces vésicules et les pointes étaient libres dans le liquide

(1) Keferstein, 1862, p. 74.
(2) M'Intosh, 1868, p. 367.

des poches latérales. M. de Quatrefages, qui ne paraît pas avoir eu connaissance des premières, indique, chez sa *Borlasia (Nemertes) balmea*, des pointes attenant à la paroi par des espèces d'organes glandulaires qui les produiraient (1); je n'ai jamais pu, même dans cette espèce, constater une semblable disposition. Le nombre des pointes dans chaque poche est très variable, rarement au-dessous de quatre ou cinq, il peut s'élever jusqu'à quinze, et cela sur des individus appartenant à une même espèce. Quant à leur position, on remarque qu'elles sont dirigées suivant le grand axe de la cavité qui les renferme, mais les têtes indifféremment tournées en avant ou en arrière; j'ai trouvé cependant, chez la *Borlasia balmea* (Qtr. sp.), des exemplaires chez lesquels les pointes, d'ailleurs nombreuses (neuf dans l'une, huit dans l'autre), avaient toutes leur extrémité aiguë tournée postérieurement; c'est là un fait purement accidentel. Au point de vue de la composition chimique, les pointes des poches styligènes sont semblables à la pointe centrale, c'est-à-dire qu'elles disparaissent sous l'action de l'acide acétique, sans effervescence et sans laisser de traces sensibles.

M. de Quatrefages, qui, le premier, a donné une bonne description de ces parties, regardait les poches styligènes comme des cavités entièrement closes. Claparède, chez la *Borlasia mandilla* (Qtr. sp.), a indiqué, comme on l'a vu, deux canaux courts s'étendant de ces poches au fond du cul-de-sac terminal de la portion extroversile de la trompe où ils déboucheraient, opinion qu'ont adoptée Keferstein et M. M'Intosh. Au mois de juillet 1871, j'ai exposé, à la Société philomathique, le résultat d'observations faites sur les *Borlasia balmea* et *B. baculus* (Qtr. sp.), observations qui me paraissent de nature à jeter quelque jour sur les rapports des poches styligènes et du stylet central. Sur la première espèce (2), j'ai vu deux canaux se diriger transversalement en ligne directe des poches latérales, et déboucher dans l'espace hyalin péristylaire. Pour la *Borlasia balmea* (Qtr. sp.), la disposition, au fond la même, est un peu plus compliquée, le canal (3) partant des poches styligènes sur leur face antéro-interne, se dirige obliquement d'arrière en avant et de dehors en dedans, pour venir se réunir à celui du côté opposé; il en résulte un tube unique qui marche directement, d'avant en arrière, sur la ligne médiane; ce tube, dilaté en entonnoir, se continue également avec l'espace hyalin, il paraît entourer et comme coiffer la pointe du stylet central, mais il est bien possible que ce soit une illusion causée par la transparence

(1) De Quatrefages, 1847, p. 166, pl. X, fig. 10.
(2) Pl. XI, fig. 2 : *d'*.
(3) Pl. XI, fig. 1 : *d'*.

des parties et la compression qu'on est obligé de faire supporter à l'organe, dans ces sortes d'examen; il est plus probable que cette continuation des canaux des poches styligènes se rend à l'espace hyalin, en passant au-dessus de la pointe. Dans les différents mouvements exécutés par l'animal, il m'a été facile de remarquer que le canal est seulement bien visible dans tout son trajet; quand les parties ramenées en arrière se trouvent sur les couches musculaires qui forment, pour la plus grande part, la portion moyenne de la trompe, elles apparaissent alors en plus clair sur les parties voisines granuleuses, grâce à la transparence du contenu qui ne se distingue pas, pour l'aspect, de celui qui remplit les poches styligènes ou l'espace hyalin; lorsque, au contraire, les parties sont portées en avant, le canal disparaît sur les glandules qui tapissent la paroi interne de la portion extroversile; dans ce cas, ils semblent, au premier abord, se terminer en ce point suivant l'opinion de Claparède, et comme je l'avais cru d'après lui autrefois. Cependant, une fois prévenu, sur des animaux dans de bonnes conditions, la trompe étant enlevée, et par l'emploi attentif de forts grossissements de 400 à 500 diamètres, on peut reconnaître que ce canal existe dans l'épaisseur de la paroi supérieure, sa transparence et la ténuité de ses parois le dérobent seulement aux regards.

Quels sont les rapports qui existent entre les poches styligènes et le stylet central? Ici se retrouve le même désaccord entre les différents zoologistes qui se sont occupés de cette question. M. de Quatrefages et Max Schultze ont pensé, et cette opinion me paraît être celle qui se présente le plus naturellement à l'esprit, que les pointes des poches styligènes étaient destinées à venir remplacer la pointe centrale lorsqu'elle venait accidentellement à disparaître. Mais il y avait une grande difficulté pour s'expliquer le mode de substitution, ces auteurs regardant les poches styligènes comme absolument closes. M. de Quatrefages [1] se demande « si la poche styligène ne se trans-» porte pas tout entière par suite de l'évolution des tissus quand » l'appareil stylifère a été déchiré; peut-être alors tous les stylets en » voie de formation s'atrophient-ils au profit d'un seul qui persiste. » Claparède [2], sans se prononcer d'une manière absolue, a émis l'idée que les poches latérales, bien loin de produire des stylets de rechange, étaient destinées à recevoir les pointes centrales hors de service, et sans doute à les résorber. A côté de ces deux manières de voir, Keferstein [3] a proposé une hypothèse en quelque sorte intermédiaire: « Con-

(1) De Quatrefages, 1847, p. 173.
(2) Claparède, 1861, p. 81.
(3) Keferstein, 1862, p. 74.

» trairement à ces opinions, dit cet auteur, je pense que les pointes des » poches latérales et celle du stylet n'ont absolument entre elles aucune » liaison d'origine ; en effet, chez un jeune *Prosorochmus Claparedii* » (Kef.), long de 3 millimètres, j'ai vu sur le manche, encore incom- » plètement développé du stylet, se former de bas en haut une pointe » encore tout à fait transparente et non durcie par les sels calcaires ; » notons en outre que, chez cette espèce (1), les pointes accessoires » étaient toujours plus longues, presque du double que celle du » stylet. » Cette preuve ne me paraît pas à l'abri de toute critique ; comme il s'agit là d'un animal en voie de développement, on peut se demander si la présence d'organes inachevés encore, comme cela se rencontre d'habitude à la période embryonnaire, n'est pas de nature à jeter quelque confusion, et si par exemple le stylet incomplet, placé sur le manche central, n'est pas fourni par les poches latérales qui à cette époque ne seraient capables que de sécréter des lames sans tête, ce qui est d'ailleurs en rapport avec ce qu'on voit se passer dans les périodes successives de développement des pointes dans les poches styligènes.

M. M'Intosh s'est rallié à l'opinion de Keferstein en apportant à l'appui de sa manière de voir des preuves du même ordre que celle dont nous venons de parler, mais toutefois plus nombreuses et plus variées ; ce zoologiste a même observé des faits excessivement curieux relatifs à la position anormale de pointes stylaires, faits sur lesquels je reviendrai plus bas. Pour ce qui est du premier point il cite, entre autres exemples (2), les stylets d'un jeune *Ommatoplea alba,* chez lequel « le stylet central est généralement plus grêle, » plus aigu aussi bien que plus long, comparé au stylet latéral dont » la tête est plus globuleuse que chez l'adulte. A mesure que l'animal » avance en âge, la disproportion entre les deux sortes de stylets » diminue, un ou plusieurs des stylets latéraux égalant pour la taille » le stylet central. » L'auteur tire de ce fait la conclusion « que » chaque appareil produit ses propres stylets. » Cette conséquence comme pour le fait de Keferstein ne me paraît pas forcée. D'abord, en admettant, comme le veut M. de Quatrefages, que les pointes latérales viennent se substituer à la pointe centrale après s'être développées dans les poches styligènes, il n'y a pas lieu de s'étonner si on rencontre dans celles-ci des pointes moins longues que celle placée sur le manche. Dans le cas particulier que je viens de citer,

(1) Le mot *Art,* que je traduis ici dans son sens littéral par le mot *espèce,* est sans doute mis abusivement pour *individu,* car certainement cette inégalité dans le développement des pointes n'est pas la règle chez le *Prosorochmus Claparedii,* à l'état adulte.

(2) M'Intosh, 1868, p. 367, pl. VIII, fig. 6.

on peut croire que la différence entre le jeune et l'adulte provient de ce que chez le premier l'activité des poches latérales étant moindre, peut-être même la perte du stylet central étant moins fréquente, la sécrétion est plus lente, et au lieu d'avoir trois ou quatre pointes de rechange complètes, il n'y en a qu'en voie de développement. Il est vrai que l'auteur indique des différences de dimensions proportionnelles, malheureusement il a négligé de les donner avec exactitude, et s'il faut s'en rapporter à ses dessins, qui doivent d'ailleurs être faits avec un grand soin, à en juger par la sévérité avec laquelle il critique en maintes circonstances ceux de ses devanciers, ces différences ne paraissent pas aussi grandes qu'il veut bien le dire; les dimensions de la tête sont les mêmes, le diamètre de la lame à sa base est dans le même cas, la longueur est seulement moitié moindre; or, rien ne peut faire supposer que les progrès du développement ne l'amèneront pas à la taille de la pointe centrale. Pourquoi d'ailleurs, chez l'adulte, les dimensions des pointes latérales changeraient-elles et non celles de la pointe centrale?

En résumé, je ne vois pas qu'on soit autorisé, sur les preuves données par ces différents auteurs, à rejeter l'opinion de M. de Quatrefages et Max Schultze, bien plus la disposition anatomique nouvelle que j'ai signalée me paraît fortement plaider en sa faveur. Elle nous montre, en effet, une communication directe entre les poches latérales et la partie centrale et surtout le manche du stylet, puisque les canaux que j'ai décrits paraissent se perdre dans l'espace hyalin qui entoure spécialement celui-ci. Or, M. M'Intosh (1) a signalé chez l'*Ommatoplea pulchra* (Johnst.) une disposition très singulière que j'ai pu moi-même observer, à savoir la présence d'une seconde pointe dans l'intérieur du manche en plus de la pointe habituelle; cette partie supplémentaire pourrait parfois être incomplètement formée (ce n'est toutefois pas le cas pour les deux figures qu'il en donne ni dans ce que j'ai vu) et serait pour lui sécrétée là sur place, je crois plutôt qu'elle vient des poches latérales et qu'on l'observe dans le manche en un point du trajet qu'elle doit suivre pour se substituer à la pointe centrale. Il serait curieux de savoir si, dans le cas où la pointe contenue dans le manche est incomplète, celles des poches latérales sont plus avancées dans leur développement.

L'objection peut-être la plus sérieuse qu'on puisse faire à cette idée de remplacement que je soutiens ici, serait qu'elle conduit à admettre qu'une partie dure, odontoïde, formée en un point de l'organisme, doit se rendre en un autre point pour remplir sa fonction définitive, et cela,

(1) M'Intosh, 1868, p. 337, pl. VI, fig. 11 et pl. VII, fig. 3.

comme un corps étranger, en rompant toute connexion avec les parties voisines. Ce fait est très anormal et tout à fait en désaccord avec ce que nous connaissons dans d'autres groupes où les organes de remplacement, qu'on peut jusqu'à un certain point comparer à ceux-ci (crochets venimeux des serpents, dents des squales, etc.), situés dans le voisinage de ceux auxquels ils doivent se substituer viennent graduellement prendre leur place, en restant toujours en continuité avec les tissus qui les ont produits et les nourrissent. Ces règles, que l'observation nous montre constantes chez les animaux supérieurs, sont-elles aussi nécessaires chez les êtres moins élevés ? c'est ce qu'il nous est impossible de décider encore; il faut se rappeler que le fait du dépôt de la liqueur spermatique dans des cavités entièrement séparées des organes qui la sécrètent a d'abord paru fort singulier. Ce liquide pouvant remplir ses fonctions même en dehors de l'organisme, l'anomalie est sans doute moindre, mais cette observation et d'autres analogues doivent nous empêcher de rejeter, d'une manière trop absolue ce qui, au premier abord, nous paraît en dehors des lois physiologiques que nous établissons. Cependant, jusqu'à ce qu'un observateur heureux soit arrivé à démontrer *de visu* la substitution d'une pointe centrale à la pointe latérale, on ne peut que faire des hypothèses plus ou moins probables à ce sujet.

Le développement des poches latérales et du stylet a été, de la part de M. M'Intosh, l'objet d'une étude attentive. La région moyenne de la trompe apparaît d'abord d'une manière peu distincte, limitée par deux étranglements; les poches latérales se montrent ensuite, puis le manche de la portion centrale; c'est dans celles-là que se développent, en premier lieu, les pointes précédées par des amas glanduleux, plus tard seulement la partie centrale possède une pointe (1). Ce développement, qui serait à peu près le même lors de la régénération de la trompe (2), me paraît encore en faveur de l'hypothèse dont j'ai parlé plus haut, concernant les rapports réciproques des poches latérales et du stylet médian.

Ces parties peuvent présenter certaines anomalies. J'ai parlé plus haut du nombre variable des poches latérales, ce qui me paraît pouvoir être rattaché à une déviation organique. M. M'Intosh a cité le cas de deux poches styligènes, communiquant entre elles par un canal (3), ce n'est cependant pas sans doute le canal dont j'ai parlé qui établit la liaison entre ces organes et l'espace hyalin, car cet auteur dit très expressément que l'une des poches présentait un canal anté-

(1) M'Intosh, 1868, p. 367, pl. IX, fig. 2, et pl. VII, fig. 6.
(2) Id. p. 346.
(3) Id. p. 324.

rieur, débouchant dans la portion extroversile. Enfin il cite, ce qui mérite d'être noté, la présence de pointes dans la partie postérieure de la trompe.

Dans l'épaisseur des couches musculaires qui enveloppent les organes précédents, on rencontre des amas glanduleux ou pigmentaires (1), dont la présence est assez constante quoiqu'il soit difficile de savoir au juste quelle est leur signification. Tantôt ces amas ont la forme de massues à grosse extrémité postérieure, s'effilant en avant, leur nombre varie de douze à quinze, les granules qui les forment, plus ou moins rapprochés, sont réfringents, absolument noirs, ordinairement très petits, moléculaires, ils ont été fort bien figurés par Claparède (2) sous le nom de follicules glanduleux. Plus souvent encore, ces granulations forment des masses placées au-dessous et en dehors des poches styligènes (3) ou des traînées irrégulières s'étendant circulairement en un point variable du pourtour de la portion stylifère ou encore allant de la poche styligène à l'espace hyalin. Il ne m'a pas été possible de reconnaître la nature histologique précise de ces organes.

La masse de la portion moyenne est, pour la plus grande part, formée d'éléments contractiles destinés à agir directement sur le stylet central ou à produire des mouvements généraux sur tout l'organe. Les premiers forment des faisceaux qui viennent se recourber en anses au-dessous du manche, ce sont sans doute des protracteurs. Comme antagonistes, on trouve d'autres faisceaux dirigés obliquement d'avant en arrière et de dedans en dehors, insérés tout autour du point d'union de la lame et du manche; on peut les désigner comme rétracteurs du stylet; ce sont eux qui, apparaissant en coupe comme deux masses latérales claviformes, dont la petite extrémité aboutirait auprès de la lame, avaient été désignés par M. de Quatrefages comme glandes vénéfiques; M. M'Intosh a fort bien établi la véritable nature de ces parties. Quant aux fibres qui forment la paroi générale de cette portion moyenne, il faut établir une distinction dans leur étude, suivant qu'on considère celles qui entourent directement l'appareil stylifère ou celles qui, placées plus en arrière, limitent une cavité centrale (4), cavité post-stylaire, *œsophage* (Quatrefages), *glande vénéfique* (Claparède), qui, tout en étant comprise dans la portion moyenne de la trompe, est en rapport intime avec la troisième portion, puisqu'elle

(1) Pl. XI, fig. 1 : *e*.
(2) Claparède, 1861, pl. V, fig. 6 : *e*.
(3) Keferstein, 1862, pl. V, fig. 4 : *g*.
(4) Pl. XI, fig. 1 : *g*.

établit la communication entre celle-ci et la portion extroversile. Pour ce qui est des premières, il n'est pas très facile de se rendre compte de leur disposition; on y distingue surtout des fibres longitudinales, extérieurement se trouvent des fibres annulaires. Les différentes couches sont en continuité, au moins en partie, avec les couches musculaires de la portion extroversile. Quant aux parois de la cavité post-stylaire, ce qui distingue les systèmes de fibres qui les composent, c'est en quelque sorte leur indépendance des couches des parties plus antérieures, on y voit surtout une couche très épaisse de fibres, obliquement dirigées et entre-croisées; c'est à elles qu'est dû un rétrécissement notable qui, comme on le verra dans un instant, sépare cette cavité de la portion postérieure proprement dite de la trompe. Cette couche, absolument indépendante, est doublée d'une couche longitudinale en continuité postérieurement avec un système de même ordre. Je n'ai pas besoin de dire que toutes ces portions sont, aussi bien que la portion extroversile, revêtues d'une membrane cuticulaire qui recouvre toute la trompe et se réfléchit sur sa gaîne.

Comme partie de l'appareil stylifère, je décrirai en dernier lieu, parce qu'elle fait passage entre les portions antérieure et postérieure, cette poche que j'ai désignée, il y a un instant, sous le nom de cavité post-stylaire, *œsophage* (Qtr.), *glande vénéfique* (Cl.). Elle est placée (1), en effet, pour la plus grande partie, en arrière de l'appareil stylifère central, où elle forme une large dilatation, entourée par ce système de fibres musculaires spéciales précédemment décrit. En ce point, c'est une cavité dont les parois paraissent lisses; sa forme est très variable, tantôt sphérique, tantôt ovoïde, à grand axe antéro-postérieur, ou transversal, suivant l'état de contraction. D'ordinaire on y observe un liquide transparent, chargé de fines granulations moléculaires. Antérieurement se trouve un canal en entonnoir allongé qui se rend, par son extrémité rétrécie, dans le cul-de-sac postérieur de la portion extroversile, à côté de la pointe du stylet central. Ce canal paraît asymétrique et placé tantôt sur le côté droit, tantôt sur le côté gauche, il est plus probable qu'il est médian et inférieur, et cette apparence serait due à la compression qu'on exerce pour rendre les parties transparentes. En arrière existe une communication analogue avec la portion glandulaire de la trompe, le conduit qui la forme, plus dilaté et souvent plus court, est certainement médian. On voit très souvent, en observant ces animaux, le liquide de la cavité moyenne passer dans la portion extroversile ou dans la portion glandulaire, ce qui indique une com-

(1) Pl. XI, fig. 1 : *g*.

munication sinon facile, au moins possible, par les canaux que je viens de décrire.

La troisième portion de la trompe des *Nemertinea enopla* rappelle la partie postérieure de l'appareil homologue chez les Némertiens précédemment étudiés, et il ne paraît pas douteux qu'elle n'ait la même signification physiologique. Sa dimension en longueur, autant qu'on peut en juger, ces organes étant éminemment contractiles, peut égaler à peu près celle de la portion extroversile, plus souvent cependant elle est moindre, parfois de moitié. La forme n'est pas tout à fait celle d'un cylindre, elle s'atténue progressivement d'avant en arrière pour se terminer en une pointe obtuse, sur laquelle s'insère un muscle rétracteur qui n'est pas toujours très visible. La structure des parois est très simple, on y trouve la cuticule externe qui revêt tous ces organes, plus en dedans une couche de fibres contractiles annulaires, puis une couche de muscles longitudinaux, enfin des glandes étendues sur toute la surface interne. Les couches musculaires seules présentent quelques particularités dignes d'être notées. La plus externe, très développée en avant, devient plus indistincte en arrière; la seconde, en continuité antérieurement avec la couche interne de la portion précédente, conserve sur tout son parcours un développement à peu près égal, et se continue au moins en partie avec le muscle rétracteur. Dans la cavité circonscrite par ces parois, on observe ordinairement un liquide granuleux chargé de particules très fines, fortement réfringentes. Je n'ai pu reconnaître sur ces Némertes si l'appareil proboscidien était ouvert en arrière comme chez les *Nemertinea anopla*.

Quel que soit le type de l'appareil proboscidien, il est toujours séparé des parties voisines par une enveloppe plus ou moins complète, à laquelle on a donné le nom de *gaîne de la trompe*. C'est chez les Némertes armées que cet organe paraît atteindre son plus grand développement ou tout au moins est le plus visible; dans l'autre division il est parfois encore bien distinct, comme par exemple chez la *Nemertes communis* (V. Bened.), mais dans d'autres cas il est difficile d'en constater la présence en arrière. Cette gaîne commence en avant au point où la trompe devient libre, c'est-à-dire en arrière des ganglions nerveux, et parfois se continue jusqu'à la partie postérieure du corps, comme on le voit chez le *Prosorochmus Claparedii* (Kef.) encore jeune. Chez les individus adultes, surtout chez les Némertes inermes, on ne peut la suivre au delà du tiers ou de la moitié du corps. La trompe se meut dans l'intérieur de sa cavité avec une facilité extrême; quant à la gaîne elle-même, elle est intimement unie aux parties voisines et n'exécute aucun mouve-

ment propre. Sa structure est assez difficile à reconnaître, il serait même permis de se demander si elle a une paroi propre et si ce n'est pas seulement une sorte de cavité creusée au milieu des organes internes revêtus en ce point d'une cuticule, cependant, surtout en avant et en bas, cette paroi est assez épaisse pour figurer une sorte de diaphragme horizontalement étendu, que M. de Quatrefages a décrit avec beaucoup de précision; en revanche, en haut, une paroi propre n'existe certainement pas.

En résumé, ces divers types d'appareil proboscidien, quelques différences qu'ils présentent, sont cependant construits sur un type commun évident; chez tous nous trouvons une portion antérieure qui est la plus large, à parois musculaires et, ce qui est non moins important, revêtue intérieurement d'une couche de glandes, une portion postérieure d'une structure analogue et également glandulaire. Entre ces deux parties se trouve une portion rétrécie, tantôt, comme chez les Némertes inermes proprement dites, ce rétrécissement faiblement marqué peut échapper à une observation superficielle, d'autrefois il se reconnaît au premier coup d'œil, comme chez les Valencinies; enfin, chez les Némertes armées, à ce rétrécissement s'ajoute le singulier appareil stylifère si caractéristique de ces animaux. En entrant dans le détail des faits, on pourrait pousser plus loin ces rapprochements, ce que j'en ai dit suffit toutefois pour faire saisir les homologies principales et nous forcer d'admettre par avance que des parties construites sur un plan si uniforme doivent, dans leurs usages physiologiques, remplir également des fonctions analogues.

Il est facile, surtout chez les *Nemertinea enopla*, d'observer dans la trompe des mouvements très singuliers et tout à fait caractéristiques; ils ont fixé l'attention de Dugès, le premier naturaliste qui ait eu l'occasion de les remarquer, et il les a décrits avec une précision que tous les zoologistes ont pu depuis apprécier. Ces mouvements consistent dans la projection au dehors de cet appareil et sa rentrée dans l'intérieur de la gaîne. Pour le premier, la portion de l'appareil qui s'étend de l'orifice proboscidien au niveau des masses nerveuses, livre passage à la portion antérieure, en se dilatant d'une manière sensible; celle-ci se retourne comme un doigt de gant, en commençant par ses parties antérieures, de telle sorte qu'à l'extérieur sa paroi interne devient externe et réciproquement, c'est surtout alors qu'on peut observer avec facilité la structure glandulaire, les papilles faisant saillie et flottant dans le liquide ambiant. Le mouvement se continue jusqu'à ce que cette portion se soit retournée en totalité, le cul-de-sac qui la termine en arrière à l'état de repos se trouve alors

porté tout à fait en avant et forme une espèce de dôme, sa concavité étant également renversée; au centre de cette partie convexe, on voit la lame du stylet qui fait saillie; ce mouvement de projection justifie parfaitement le nom donné par M. Keferstein à cette portion de l'appareil proboscidien, celui de *portion extroversile*. La portion postérieure est naturellement entraînée dans ce mouvement et forme l'axe de la partie extroversée, le muscle adducteur lui-même est fortement tendu. Bientôt, par l'action de ce dernier organe, un mouvement rétrograde s'exécute, et les parties rentrent dans l'intérieur du corps en ordre inverse de leur sortie, les parties profondes, lame du stylet, cul-de-sac de la portion extroversile, s'invaginant en premier lieu. Tous ces mouvements s'exécutent avec une extrême rapidité, il est souvent facile de les provoquer en comprimant un de ces animaux entre deux verres; mais on peut aussi les observer à l'état de liberté, et on voit ainsi ces êtres darder en quelque sorte cet organe comme pour frapper les objets qui les entourent. M. de Quatrefages a même vu de petits animaux, atteints par le stylet, perdre aussitôt le mouvement comme foudroyés (1).

Des faits analogues se voient aussi chez les *Nemertinea anopla,* la première portion de la trompe étant susceptible de s'évaginer au dehors; toutefois, je dois avouer que je n'ai jamais vu ce phénomène se produire spontanément chez ces animaux, mais seulement dans le cas où ils étaient comprimés; la similitude de l'appareil et surtout la présence incontestable du muscle rétracteur ne peuvent laisser cependant grand doute à cet égard.

Cavité cœliaque. — Au-dessous de la trompe et s'étendant sur presque toute la longueur du corps, on observe un second tube, la *cavité cœliaque;* c'est la chambre médiane de la cavité générale du corps de M. de Quatrefages, le tube digestif de M. Van Beneden et des auteurs modernes.

Ce tube communique avec l'extérieur, en avant, par une ouverture très visible, surtout chez les Némertes inermes, où elle se trouve à la partie ventrale du corps, en un point plus ou moins rapproché des masses ganglionnaires nerveuses, mais toujours en arrière d'elles; chez les espèces pourvues d'un stylet, cet orifice, placé à l'extrémité antérieure, est ordinairement beaucoup moins facile à apercevoir. Il est inutile de faire remarquer que, suivant les vues des différents auteurs, on a désigné cette ouverture sous le nom d'orifice génital ou de bouche. Dans les espèces où il est le mieux visible, par exemple chez

(1) De Quatrefages, 1847, p. 137.

la *Nemertes communis* (V. Bened.), on voit partir du pourtour de l'orifice une série de traînées rayonnantes, ce sont des muscles dont l'usage est sans doute de le dilater, M. M'Intosh (1) croit que cet aspect est dû simplement à des plis de la muqueuse. Cette disposition a donné le change à certains auteurs qui ont cru y voir le système nerveux (Johnston).

Quelques observateurs ont admis qu'il existait, en outre, une ouverture postérieure; c'est l'opinion adoptée par MM. Van Beneden, M'Intosh, etc. Cet orifice, visible seulement lors du passage des matières contenues dans la cavité cœliaque, serait située, dans tous les cas, à l'extrémité caudale, sauf peut-être chez les *Micrura*. M. de Quatrefages, M. W. Stimpson (2) plus récemment n'ont pu reconnaître la présence de cette ouverture. Je dois dire que je n'ai pas été plus heureux; parfois, il est vrai, j'ai observé l'issue du liquide cœliaque par l'extrémité postérieure, mais cela m'a toujours paru résulter d'une rupture accidentelle qu'explique facilement la disposition des parties.

La cavité cœliaque, sur toute sa longueur, affecte la forme d'un canal anfractueux, des dilatations, des culs-de-sac latéraux y débouchent surtout dans ses parties moyenne et postérieure, car en avant il est moins irrégulier; les lobes qui limitent ces culs-de-sac renferment, comme on le sait, les organes génitaux. La structure des parois est fort simple : en dehors, se trouve une cuticule interne, analogue, pour l'aspect, à celle que j'ai décrite comme formant le revêtement interne des couches cutanées; c'est là que se rendent les trabécules musculaires dont j'ai parlé en cet endroit. Tout ce qu'on peut distinguer de plus, c'est, comme formant la paroi extérieure, une couche épithéliale qui, sur certains points, en particulier vers l'orifice antérieur, est de nature nettement vibratile. Sur tout son parcours, l'appareil cœliaque est séparé de la peau par une cavité renfermant les organes génitaux et un liquide assimilable au liquide cavitaire des autres vers, à la pointe caudale seulement ces parties interposées manquent, et c'est à cela sans doute qu'il convient d'attribuer la rupture plus facile et la sortie des liquides cavitaires en ce point.

L'interprétation physiologique que méritent ces différentes cavités intérieures, trompe et cavité cœliaque, a donné lieu à des divergences très grandes entre les différents anatomistes qui se sont occupés de ces animaux. Je ne crois pas devoir entrer ici dans le détail des opinions émises à cet égard, l'historique en a d'ailleurs été

(1) M'Intosh, 1868, p. 384.
(2) Stimpson, 1857, p. 15.

fort bien fait, d'abord par M. de Quatrefages, et, dans ces derniers temps, par Keferstein et M. M'Intosh. Il me paraît inutile d'insister sur les idées universellement abandonnées aujourd'hui comme celle de M. Œrsted qui avança, à une certaine époque, que la trompe se rapportait aux fonctions de reproduction, ou celle de M. Williams qui, tout en admettant que cet organe est pourvu d'un orifice postérieur, n'en croit pas moins que la cavité cœliaque est un appareil digestif dans lequel seulement les matières nutritives pénétreraient par endosmose. Pour simplifier cette exposition, je n'exposerai avec quelque détail que les idées de M. de Quatrefages et celles de M. Van Beneden auxquelles avec de faibles nuances peuvent se rapporter toutes les opinions émises jusqu'à ce jour.

Pour le premier de ces auteurs, la trompe représenterait à elle seule tout le tube digestif, cet appareil serait comparable, pour l'ensemble de sa constitution, à celui qu'on connaît chez les Planariés, les Trématodes et un grand nombre d'animaux rayonnés, chez lesquels cet appareil ne présente qu'une ouverture. Les preuves apportées à cette manière de voir sont anatomiques et physiologiques. Pour les premières, il est un fait bien certain, c'est que, chez tous les animaux invertébrés chez lesquels existe un appareil nerveux bien constaté, celui-ci forme un collier autour du tube digestif; ce rapport, qui me paraît d'une importance capitale, se retrouve chez les Némertiens, et est admis par tous les anatomistes. Quant au second point, la remarque d'animaux blessés par le stylet devrait porter à croire que c'est bien l'organe chargé de la préhension des aliments, organe que, chez les êtres analogues, nous voyons toujours dépendre de l'appareil digestif. Une objection qui se présente naturellement, c'est qu'on ne rencontre jamais dans les cavités proboscidiennes de résidus indiquant l'introduction de substances alimentaires, toutefois il n'y a pas lieu de s'en étonner, puisque nous savons que chez un assez bon nombre d'animaux inférieurs la digestion se passe à l'extérieur, l'estomac allant en quelque sorte au-devant des aliments, c'est ce qu'on a observé chez les Physalies, certaines Astéries, etc. Pour les Némertes, en particulier, le fait n'aurait rien d'étonnant, lorsque nous voyons la richesse glandulaire de la portion extroversile de la trompe, et l'on comprendrait parfaitement que la dissolution des aliments pût avoir lieu au moyen de cet organe comme pour les êtres que je viens de citer. La cavité cœliaque, suivant M. de Quatrefages, serait uniquement destinée à recevoir le produit des organes génitaux qui l'entourent et à le conduire à l'extérieur.

M. Van Beneden est le premier qui ait indiqué la cavité cœliaque comme le véritable appareil digestif. La présence des deux ouvertures

admises par cet auteur à cette cavité serait certainement en faveur de sa manière de voir; mais, comme je l'ai dit, rien ne me paraît moins prouvé que l'existence de l'orifice anal. Quant à la preuve physiologique que l'on croit trouver dans la présence de grégarines dans l'intérieur du canal, elle ne peut être regardée comme démonstrative, tout le monde sait que l'existence de ces êtres ou d'infusoires analogues dans les parties les plus diverses de l'organisme et particulièrement dans les organes génitaux est un fait habituel et par conséquent s'accorderait tout aussi bien avec les idées émises par M. de Quatrefages. M. M'Intosh a soutenu la manière de voir du savant zoologiste de Louvain par des preuves plus directes, cet observateur dit expressément (1) qu'on a vu les Borlasies introduisant des fragments de Mollusques ou d'Annélides par l'orifice antérieur de la cavité cœliaque, et avoir trouvé dans la cavité même des soies de *Nereis*. Ce même auteur, au point de vue anatomique, pense qu'il n'est pas possible, connaissant la disposition de la trompe, d'admettre que les matières puissent y circuler d'avant en arrière, mais qu'au contraire le mouvement doit toujours s'y faire de la partie postérieure à la partie antérieure (2); cela ne serait tout au plus applicable qu'aux Némertes armées, et encore pour celles-ci on ne s'explique pas bien, en admettant les idées de l'auteur anglais, comment il aurait pu trouver des lames flottant librement dans la troisième portion de la trompe, si elles n'avaient pu suivre un trajet opposé à celui qu'il regarde comme seul possible. Enfin, dans cette manière de voir, il existe une grande difficulté pour expliquer quel peut être l'usage physiologique de la trompe, il n'est pas admissible qu'un ensemble d'organes aussi compliqué n'ait pas un rôle important à remplir. On a pensé que ce pourrait bien être un organe défensif et ses mouvements, les observations de M. de Quatrefages, rapportées il y a quelques instants, font qu'on ne peut guère refuser cet usage à cet appareil, mais cela ne s'applique qu'aux *Nemertinea enopla*, pour les espèces dépourvues de stylet cette explication n'est pas admissible et chez elles cependant les différentes parties sont trop développées pour permettre de croire qu'elles soient sans emploi. En outre, comment s'expliquerait cette richesse glandulaire de la portion extroversile, qui semble très naturelle dans l'hypothèse émise par M. de Quatrefages, puisqu'il devrait y avoir en ce point digestion et, de là, nécessité d'une sécrétion, à moins qu'on ne pense que celle-ci est simplement destinée à faciliter les mouvements d'entrée et de sortie de l'appareil, résultat bien insignifiant et peu en rapport avec le développement de ces

(1) M'Intosh, 1868, p. 388.
(2) M'Instosh, 1868, p. 326.

organes; remarquons d'ailleurs, que chez aucun autre animal où se passent des extroversions semblables, trompes des Nereis, des Tetrarhynques, etc., on ne remarque rien d'analogue. Une opinion que je crois devoir rapporter, ne fût-ce que pour son originalité, est celle de M. Grube (1), qui a pensé que la trompe était chargée de tuer, de humer les êtres, dont ces vers font leur proie, pour introduire les liquides dans l'appareil cœliaque, absolument comme le font les éléphants avec un organe de même nom, mais qui hors cela n'a rien de comparable Enfin, quelques naturalistes ont pensé que ce pourrait bien être simplement un organe du tact, ce qui ne repose sur aucune preuve et ne paraît pas le moins du monde en rapport avec la structure des parties ni l'observation des mœurs de ces animaux.

Au milieu de ces opinions contradictoires, il est prudent, sans doute, de réserver son jugement, en attendant des preuves plus certaines en faveur de l'une en particulier. Cependant, pour coordonner les détails anatomiques exposés précédemment, voici, d'après mes observations, ce qui me paraît le plus probable sur l'usage physiologique de ces différentes parties. Tout d'abord, si M. M'Intosh a observé chez ses Borlasies l'introduction de matières alimentaires, je dois dire que, de mon côté, j'ai vu une fois, entre autres, sur une *Valencinia longirostris* (Qtr.), dans l'orifice subterminal antérieur, orifice proboscidien, une annélide errante, dont je n'ai pu déterminer exactement l'espèce, que ce Némertien était en train de digérer. Je ne puis donc conserver aucun doute sur le rôle de cet orifice, comme orifice buccal; j'ai pu observer ce fait avec une grande netteté, et les dimensions de l'animal m'ont même permis de le faire constater à différentes personnes étrangères à la science qui m'accompagnaient, on distinguait l'orifice de la cavité cœliaque fermé, placé en arrière du point où pénétrait l'annélide. En second lieu, les rapports de la trompe avec le collier nerveux me paraissent avoir une importance que les auteurs ont généralement trop méconnue. S'il est un fait acquis à la science; c'est que chez tous les Invertébrés chez lesquels l'appareil nerveux est connu, en particulier chez les articulés, les rapports de celui-ci avec le tube digestif sont constants, toujours il entoure ce dernier. Chez les Anevrormes de M. Blanchard, cet anneau est, il est vrai, incomplet en dessous, mais on peut dire que le type n'en est pas moins conservé. Chez les Némertes, nous avons un appareil nerveux très distinct; il forme en avant un anneau au travers duquel s'engage un tube, dans lequel il est impossible de méconnaître au moins le rapport fondamental d'un appareil digestif; réellement il

(1) Grube, 1855, p. 145.

est difficile de ne pas croire que c'est, en effet, sa signification, ou tout ce qu'on admet en général sur les corrélations organiques n'a plus aucun fondement. L'ouverture que j'ai signalée à la partie postérieure de la trompe comme débouchant en somme dans la cavité cœliaque au centre du muscle rétracteur chez les Némertes inermes, rapprocherait cet appareil digestif, sous certains points de vue, de celui des coralliaires chez lesquels une portion antérieure, véritable estomac, digère les aliments, mais fermée temporairement en arrière par un sphincter, ne laisse pénétrer dans une cavité générale postérieure que des matériaux déjà élaborés. Toutefois, cette comparaison est incomplète, puisqu'ici cette cavité générale est munie d'un orifice distinct. En admettant cette manière de voir, l'orifice de la cavité cœliaque jouerait, en quelque sorte, le rôle d'anus, et la position des ouvertures de l'appareil digestif rappellerait assez bien celle qu'on observe chez les Siponcles; je dis en quelque sorte, parce qu'il ne me paraît pas démontré que cet orifice donne, en réalité, passage aux fèces. Tous les auteurs ont remarqué qu'on ne trouve jamais, ou si exceptionnellement que cela revient presqu'au même, de corps étrangers, de résidus digestifs dans ces différentes cavités, sauf les Psorospermies citées par M. Van Beneden, sur lesquelles je me suis expliqué précédemment. Il paraît donc probable que, comme chez beaucoup d'autres êtres inférieurs, les aliments sont digérés dans les premières portions de l'appareil ou en dehors, et les matières rendues solubles s'engagent seules dans les parties plus profondes, je rappellerai ici les observations de M. de Quatrefages rapportées plus haut.

En résumé, c'est dans des faits nouveaux qu'il faut chercher une solution de ces questions intéressantes. Les observations les plus directes sont celles qui ont pour objet la préhension des aliments, mais, par malheur, elles sont contradictoires, et comme il est absolument impossible d'admettre que des parties si analogues n'aient pas des usages identiques, il convient d'attendre pour savoir où se trouve la vérité.

Cavité viscérale

L'enveloppe cutanée d'une part, la trompe et la cavité cœliaque d'autre part, limitent la cavité viscérale dans laquelle se trouvent différents appareils de nutrition et qui elle-même joue dans l'organisation un rôle dont M. de Quatrefages a le premier fait ressortir toute l'importance.

Cette cavité ainsi circonscrite peut être subdivisée en deux parties, la première, dont il a déjà été question sous le nom de gaîne de la

trompe et sur laquelle j'aurai à revenir ici, non au point de vue anatomique dont il a déjà été question, mais à celui des usages probables, pour les comparer à ceux de la seconde ou cavité viscérale proprement dite.

Celle-ci, limitée par la peau et la cavité cœliaque, s'étend sur toute la longueur du corps. En avant, elle s'arrête au niveau des ganglions nerveux, on sait qu'en ce point la tête est formée de tissus contractiles, au milieu desquels est simplement creusé un canal pour le passage de la trompe. Keferstein, toutefois, avance que, chez sa *Nemertes octoculata* (1), la cavité se prolonge jusqu'à la partie tout à fait antérieure; il m'a semblé, en effet, en être ainsi chez plusieurs *Nemertinea enopla*. En arrière, toujours elle s'étend jusqu'à la partie postérieure.

La cavité viscérale est revêtue sur toutes ses parois de cette couche muqueuse que j'ai décrite sous le nom de *cuticule interne,* couche qui s'étend, en outre, sur la plupart des organes contenus surtout sur les trabécules de nature contractile qui la traversent. Les principaux appareils qu'elle contient sont l'appareil nerveux, l'appareil vasculaire, les organes de la reproduction et des masses glandulaires plus ou moins exactement appliquées sur la cavité cœliaque, que la plupart des auteurs regardent comme analogues à l'appareil hépatique de certains annelés, mais je me demande si on ne pourrait pas tout aussi bien y voir une annexe des organes génitaux comparable au vitellogène des Trématodes ou des Cestoïdes, par exemple, avec lequel ces masses ne sont pas sans offrir des rapports d'aspect et de position.

Mais ce qui caractérise spécialement ces cavités viscérales en y comprenant la gaîne de la trompe, c'est la présence du liquide cavitaire habituel chez ces animaux, et dont le rôle dans la nutrition paraît d'une importance capitale. Ce liquide est formé de deux parties : un plasma transparent, le plus souvent incolore, qui, cependant, serait légèrement teint en rose, suivant M. de Quatrefages (2), chez la *Polia sanguirubra* (Qtr.), et des globules d'aspects variés. Leur forme est souvent celle de disques plus ou moins circulaires et tout à fait aplatis, comme dans le *Cerebratulus depressus* (Qtr.), où ils mesurent $0^{mm}025$ de diamètre et sont frangés sur les bords, ou la *Polia bembix* (Qtr.), chez laquelle ils sont parfaitement arrondis et larges de $0^{mm}008$, et le *Tetrastemma varicolor*. D'autrefois, ils sont allongés, atténués

(1) Keferstein, 1862, p. 69, pl. VII, fig. 1. Cette espèce me paraît difficile à distinguer de la *Nemertes olivacea* (Johnston sp.), *N. communis* (V. Beneden); en tout cas, ce nom ne peut être admis, il existe déjà une *Nemertes octoculata* (Johnston). (Voy. Diesing, *Syst. Helm.*, t. I, p. 276.)

(2) De Quatrefages, 1847, p. 153.

aux extrémités de leur plus grand diamètre, toujours très aplatis; on les a comparés à des Navicelles, c'est ce qui se voit chez la *Polia sanguirubra* (Qtr.); leur longueur varie de $0^{mm}025$ à $0^{mm}033$ chez le *Tetrastemma varicolor* (Œrsd.) (qui pourrait bien n'être que la même espèce); chez l'*Ommatoplea alba* (Thompson), on rencontre à la fois des corpuscules arrondis sous forme de cellules nucléolées et d'autres fusiformes. MM. de Quatrefages et M'Intosh, auxquels j'emprunte la plupart de ces détails, ont décrit et figuré avec soin ces particularités. Ces corpuscules sont le plus souvent transparents ou finement granuleux, incolores, cependant il y a des exceptions à ce fait, dans l'espèce citée un peu plus haut, pour la coloration particulière de son plasma, les globules ont également une teinte rouge assez vive; chez la *Polia bembix* (Qtr.), ils sont verdâtres, s'ils sont vus isolés, mais, par superposition, ils donnent « successivement le jaune orangé, l'orangé rouge et le carmin presque pur » (1), suivant le nombre des corpuscules superposés. Il est fort difficile d'examiner ces organites libres, en dehors des cavités qui les contiennent, tant ils s'altèrent avec rapidité, aussi leur structure ne peut-elle être donnée avec toute la précision désirable; tout ce qu'on peut dire, c'est qu'ils paraissent avoir une grande tendance à se réunir, à se coller les uns aux autres à l'état de repos, ce qui pourrait faire supposer qu'ils n'ont pas de membrane propre; ce sont des réunions semblables qui ont sans doute trompé Keferstein (2) et lui ont fait admettre que, chez la *Borlasia mandilla* (Qtr. sp.), on pouvait trouver des corpuscules sous forme de lamelles élargies déchiquetées.

Le liquide que nous venons d'étudier, existe-t-il à cet état dans toutes les cavités viscérales? c'est ce qu'admettent M. de Quatrefages, Keferstein, et mes observations me porteraient à me ranger à cette opinion; cependant M. M'Intosh croit que le liquide de la cavité proboscidienne présente seul ces caractères.

Quant au rôle physiologique, la même difficulté qui a été soulevée à propos d'autres Vers (3) se présente également ici, les uns regardant ce liquide comme le véritable liquide nourricier, le sang, tandis que les autres attribuent ce rôle au liquide contenu dans le système des vaisseaux clos, tout en admettant, ce qui est incontestable, que le premier n'est pas sans importance dans les phénomènes de nutrition. L'une des principales raisons que j'ai fait valoir ailleurs en faveur de la première, la présence de corpuscules figurés nageant dans le plasma, peut être invoquée ici; quant aux rapports de ce

(1) De Quatrefages, 1847, p. 154.
(2) Keferstein, 1862, p. 97, pl. V. fig. 2.
(3) L. Vaillant, 1870, p. 33.

liquide avec l'appareil respiratoire, il ne saurait en être question, eu égard à l'imperfection de nos connaissances sur les organes affectés à cette dernière fonction. Je ne dois pas omettre cependant de mentionner que certaines espèces ont dans le liquide des vaisseaux clos des corpuscules figurés toutefois, c'est une très rare exception, et d'un autre côté chez la *Polia involuta* (Bened.), chez laquelle la trompe très réduite ne présente pas de gaîne spéciale, le liquide cavitaire n'offre pas de corpuscule d'après M. M'Intosh.

Avant de quitter ce sujet, je ferai remarquer que si l'idée émise par ce dernier auteur sur la présence des corpuscules dans le liquide périproboscidien exclusivement est vrai, ce serait une nouvelle raison pour attribuer à la trompe le rôle d'appareil digestif, les organes chargés de l'élaboration des principes nutritifs affectant toujours des rapports intimes avec le liquide cavitaire proprement dit chez les animaux analogues, et en étant toujours baigné.

Appareil nerveux.

L'appareil nerveux des Némertiens est très facile à reconnaître. Lorsqu'on comprime un de ces animaux, il apparaît en plus clair au milieu des autres tissus, et l'on distingue fort aisément deux masses antérieures latérales reliées par une commissure, se prolongeant en arrière en deux longs cordons; dans certaines espèces, par exemple la *Nemertes opaca* (Qtr. sp.), les masses antérieures se distinguent par une teinte rougeâtre au travers de la peau sur l'animal en liberté. Cet aspect tout spécial n'a pas permis qu'il fût méconnu des observateurs qui ont examiné les premiers ces animaux avec quelque attention, toutefois ils se trompèrent d'abord sur sa signification véritable.

Delle Chiaje, qui l'a découvert et en a donné une figure, le regardait comme représentant l'appareil circulatoire; pour lui, les masses antérieures étaient le cœur, et les grands troncs qui en partent en arrière les vaisseaux principaux. Dugès eut la même opinion, et ses figures montrent cet appareil en relation avec des tubes ramifiés qui, eux, certainement, appartiennent à l'appareil des vaisseaux clos. On peut s'étonner que, plus tard, avec des moyens d'exploration plus parfaits et un esprit d'observation si remarquable, M. Œrsted soit tombé dans la même erreur, mais il est tout à fait extraordinaire d'avoir vu encore tout récemment M. Williams reprendre cette interprétation surannée.

Dès 1842, Rathke fit connaître la véritable nature de ces parties et,

depuis cette époque, les zoologistes les plus autorisés, de Quatrefages, Max Schultze, Van Beneden, Keferstein, M'Intosh, Boeck, etc., par des descriptions très complètes et des détails histologiques d'une grande précision, n'ont laissé place à aucun doute sur ce sujet.

Cet appareil, chez tous les animaux du groupe, est construit sur un plan très simple et très uniforme; il se compose de deux masses ganglionnaires situées en avant de chaque côté de la trompe, vers le point où celle-ci, cessant d'adhérer aux tissus voisins, devient libre dans sa gaîne; chacune des masses est bilobée plus ou moins nettement, ces parties sont reliées transversalement par deux tractus fibreux ou commissures, l'une supérieure, l'autre inférieure par rapport à la trompe, qu'elles entourent d'un cercle complet, rapport sur lequel j'ai déjà attiré l'attention. De la partie antérieure partent plusieurs nerfs qui se rendent à la tête, de la partie postérieure émergent deux gros troncs destinés au reste du corps.

Malgré cette similitude générale, on remarque cependant certaines différences peu importantes en apparence, mais qui, en raison de l'extension des groupes auxquels elles s'appliquent, méritent d'être spécialement notées. La plus remarquable, signalée pour la première fois par Max Schultze, et sur laquelle Keferstein a particulièrement insisté, est relative à la configuration des masses ganglionnaires. Chez les Némertes armées, chacune des masses latérales est formée de deux lobes superposés, mais de telle sorte que le lobe supérieur, très reporté en avant, laisse le lobe inférieur à peu près entièrement à découvert, tandis que chez les *Nemertinea anopla,* le lobe supérieur, directement placé au-dessus du lobe inférieur, le recouvre complètement. Ces positions sont celles que l'on voit lorsqu'on examine les animaux suivant la méthode habituelle, c'est-à-dire en les comprimant entre deux lames de verre, il est donc permis de se demander si c'est là l'expression de la vérité, car il est permis de croire que ces manœuvres changent plus ou moins les rapports des parties. Toutefois, par une autre méthode à laquelle M. M'Intosh croit devoir donner la préférence, et qui consiste à faire des coupes sur les animaux durcis, on arrive à des résultats analogues; les moyens dont nous pouvons nous servir pour tuer ces êtres sont si imparfaits, contractent si fortement les tissus, qu'il est douteux que l'on obtienne, dans ce cas, une vue beaucoup plus exacte, mais cela, sous le rapport taxonomique, a moins d'importance, dès l'instant qu'un même moyen d'exploration nous donne un résultat constant.

Dans la *Borlasia mandilla* (Qtr. sp.), que je prendrai pour exemple parmi les *Nemertinea enopla,* la disposition est tout à fait typique. La

portion centrale de l'appareil nerveux (1) est située à une petite distance de l'extrémité antérieure, environ une largeur ou une largeur et demie de tête. Les masses antéro-supérieures sont ovoïdes, leur grand diamètre à peu près transversal, la plus petite dimension peut être évaluée à la moitié ou aux six dixièmes de celui-là, libres en avant et au côté externe, ces masses donnent naissance, par leur côté interne, à la commissure supérieure et se confondent, en arrière, avec les masses postéro-inférieures, dont elles sont séparées par un sillon qui n'est bien accentué qu'en dehors. Les autres masses nerveuses centrales sont beaucoup moins développées, et, dans cette espèce en particulier, forment plutôt un cordon très peu renflé, par rapport aux parties qui en naissent, qu'une masse ganglionnaire véritable, ce que confirme l'examen histologique, d'ailleurs très difficile. Cette partie donne naissance, en dehors et en arrière, aux grands nerfs latéraux; en dedans, à la commissure inférieure. Les deux commissures peri-œsophagiennes qui naissent ainsi des deux masses nerveuses centrales, sont remarquables par l'inégalité de leurs dimensions; la supérieure est excessivement grêle, aussi faut-il une grande attention pour l'apercevoir, et, même dans certains cas, il est tout à fait impossible de la distinguer à certains moments, et cela sur un animal où il est facile de la reconnaître quelques instants après; au contraire, la commissure inférieure est très large et fort épaisse, si bien que, vu la transparence de l'œsophage, elle paraît souvent, au premier abord, placée au-dessus de lui. Le collier, formé par les masses cérébroïdes et leurs connectifs, enserre très étroitement la trompe, et lorsque celle-ci, en s'évaginant, se gonfle, il y a une certaine distension des parties; suivant la remarque de M. M'Intosh, cet effet est dû surtout à l'élasticité de la commissure supérieure (2).

Les masses centrales donnent naissance à un certain nombre de nerfs dont les origines sont ordinairement faciles à constater, mais qui se perdent à une distance plus ou moins grande de leur point d'émergence, sans qu'il soit possible de reconnaître quelle est leur terminaison; il serait indispensable, pour étendre nos recherches à ce sujet, de découvrir un réactif dont la connaissance nous fait jusqu'ici défaut, les substances ordinairement employées, acide chromique, acide osmique, alcool, ne donnant pas, chez ces êtres inférieurs, de résultats satisfaisants. Les nerfs qui se détachent de la masse antéro-supérieure sont au nombre de trois ou quatre de chaque côté, ils naissent de la convexité antérieure, mais en des points qui ne m'ont pas toujours paru régulièrement les mêmes, ce qui est sans doute dû

(1) Pl. XI, fig. 7.
(2) M'Intosh, 1868, p. 357.

à la déformation qu'éprouvent les parties par suite de la compression; ces nerfs se dirigent en avant, et sans doute se rendent aux points oculiformes et à la partie terminale du museau, qui, autant qu'on en peut juger par l'emploi qu'en fait l'animal, jouit d'une sensibilité particulière, mais, je le répète, cette supposition ne peut être confirmée par un examen direct. De la masse postéro-inférieure partent, on l'a vu, deux nerfs très volumineux qui se dirigent, d'abord en dehors, en décrivant une courbe plus ou moins brusque qui les amène dans les couches cutanées, ils continuent alors leur route directement en arrière, étant écartés à peu près de toute la largeur du corps. Suivant M. M'Intosh, chez ces animaux comme chez les autres *Nemertinea enopla,* ces troncs nerveux sont placés en dedans de la couche musculaire longitudinale interne, c'est-à-dire tout à fait à l'intérieur des couches cutanées, n'étant séparée de la cavité viscérale que par la cuticule interne (1). Les grands nerfs postérieurs donnent sans doute des branches le long de leur trajet, mais ce fait, possible à constater pour quelques autres espèces, ne m'a pas paru évident ici. Ils se perdent en arrière, en un point variable, toujours fort loin d'atteindre l'extrémité caudale.

Nos connaissances sur la structure histologique de ces tissus laissent encore beaucoup à désirer. Toutefois, le peu qu'on en connaît est suffisant pour ne laisser aucun doute sur la signification réelle de cet appareil. Les masses antérieures (2) sont visiblement formées de deux substances, l'une centrale, composée de cellules, l'autre corticale homogène, finement granuleuse. Les cellules de la première sont parfois assez visibles, le plus souvent fort obscures, l'acide osmique, en solution étendue, les rend plus nettes; j'ai pu, dans ce cas, en mesurer dont le diamètre était de $0^{mm}046$. Il faut suivre avec soin l'action du réactif qui, au bout de peu de temps, obscurcit la préparation, de telle sorte qu'on ne peut plus y distinguer quoi que ce soit. Il m'a été impossible jusqu'ici d'isoler ces cellules et de reconnaître si elles donnent naissance à des prolongements ou non. Ces masses paraissent aussi, sur leur côté interne et postérieur, renfermer de la substance fibreuse. Toutefois, c'est surtout dans la partie postéro-inférieure des centres nerveux et dans la grande commissure sous-proboscidienne que celle-ci paraît développée. Là, bien qu'il soit impossible d'isoler les éléments, on reconnaît, par les espaces limites qui les séparent, leur direction générale, suivant le grand axe des parties. La substance homogène finement granuleuse forme partout une sorte d'enveloppe à ces faisceaux de fibres, aussi

(1) M'Intosh, 1868, p. 359.
(2) Pl. XI, fig. 8.

bien dans la masse cérébroïde que dans la commissure ou les grands nerfs postérieurs qui présentent aussi la structure fibreuse.

La disposition des parties est la même chez la plupart des Némertes armées, comme j'ai pu le vérifier, entre autres, chez la *Borlasia balmea* (Qtr. sp.), le *Prosorochmus Claparedii* (Kef.). Dans l'*Œrstedia pallida* (Kef.), d'après les figures données par l'auteur de l'espèce (1), la masse postéro-inférieure serait peu développée, comme dans celle que j'ai décrite plus haut. Claparède (2) lui donne, au contraire, la forme d'un lobe complet. Mes dessins (3) me la montrent comme formant un renflement notable et graduel du nerf postérieur qui, en se recourbant, vient se fondre dans la masse antéro-postérieure, de telle sorte que l'ensemble aurait l'apparence d'une cornue, dont la panse serait formée par cette dernière, tandis que la partie dilatée du col serait représentée par la masse postéro-inférieure et le tube par le grand nerf postérieur. J'insiste sur ces divergences résultant sans doute du mode d'examen par compression pour mieux faire sentir la réserve avec laquelle il convient d'admettre les différences qu'on peut constater d'espèce à espèce. Il m'a paru aussi que chez la *Borlasia baculus* (Qtr. sp.) les deux masses étaient plus intimement confondues, et que c'est de leur partie centrale et supérieure que partaient les nerfs qui se dirigent en avant. Leur position est aussi beaucoup reculée; elles sont à trois ou quatre largeurs de tête de l'extrémité antérieure.

Chez les *Nemertinea anopla,* la disposition est assez différente; elle est fort nette chez la *Nemertes olivacea* (Johns. sp.), qui peut servir de type. La position des centres nerveux est à peu près la même que chez la *Borlasia mandilla* (Qtr. sp.), c'est-à-dire à une petite distance de l'extrémité du museau. On ne distingue bien que la masse supérieure, qui est allongée d'avant en arrière, ovoïde, et recouvre complètement la masse inférieure qu'on n'aperçoit qu'avec difficulté. La disposition des commissures n'offre rien de particulier. Quant au nerf postérieur, il naît brusquement des masses centrales au lieu de se fondre avec elles d'une manière insensible. Dans ses dernières années, M. Bœck (4) a fait connaître d'une manière très détaillée la structure des masses cérébroïdes de cette espèce. N'ayant pas été à même de vérifier ce qu'avance cet auteur, je me bornerai à énoncer succinctement ses opinions. Pour lui, ces masses n'en formeraient, à proprement parler, qu'une de chaque côté, tant l'union

(1) Keferstein, 1862, pl. V, fig. 9.
(2) Claparède, 1863, pl. V, fig. 9.
(3) Pl. XI, fig. 3.
(4) Bœck, 1866, p. 144, fig. 1.

des parties est intime. A l'extérieur se trouverait une substance granuleuse, à l'intérieur une substance plutôt fibreuse, de forme plus irrégulière, dans laquelle on peut distinguer un *lobulus anterior,* qui forme la masse principale, et d'où partent les deux commissures; un *lobulus exterior,* sorte de court prolongement en forme de corne, qui se dirige vers les organes encore énigmatiques, connus sous le nom de *fossettes latérales;* enfin, un *lobulus posterior,* qui se rend dans des vésicules dites *otolithiques,* qu'on doit regarder, jusqu'à nouvel ordre, comme analogue des organes de l'ouïe. L'origine réelle des grands troncs nerveux postérieurs serait assez en avant près de la naissance des commissures. Si elle paraît postérieure, c'est que la substance granuleuse qui entoure toutes ces parties masque les rapports normaux. Quant aux nerfs antérieurs, au nombre de trois paires, ils naissent : l'externe, du *lobulus anterior,* les deux autres, de la commissure antérieure.

Chez les *Nemertes assimilis* (Œrds.) et *N. communis* (V. Bened.) en tant que ces espèces soient distinctes de la *Nemertes olivacea* (Johnst. sp.), chez le *Lineus longissimus* (Sow.), la disposition est absolument celle que j'ai précédemment décrite. Suivant M. M'Intosh, les nerfs postérieurs, dans cette section des Némertiens, au lieu d'être placés en dedans des couches musculaires cutanées, seraient situés au milieu d'elles, entre sa couche de fibres musculaires longitudinales extérieures et la couche de fibres musculaires annulaires.

Les Valencinies se rapportent pour la configuration de l'appareil nerveux au *Nemertinea anopla,* seulement les deux masses ganglionnaires intimement unies sont ovoïdes, et le nerf postérieur en naît d'une manière insensible. C'est peut-être dans les espèces de ce genre que la commissure supérieure est la plus facilement visible, et c'est sur la *Valencinia splendida* (Qtr.) que MM. de Quatrefages et Blanchard l'ont pour la première fois découverte (1). J'ai pu constater sur cette même espèce que les nerfs latéraux cheminent dans l'épaisseur des couches cutanées. En admettant, comme cela paraît certain, l'identité de la *Meckelia annulata* (Montagu sp.), et de la *Valencinia ornata* (Qtr.), ces nerfs, suivant M'Intosh (2) seraient placés plus en dedans que chez les espèces analogues, entre la couche de fibres musculaires annulaires et la couche de fibres musculaires longitudinales interne. Ce serait en quelque sorte un passage aux *Nemertinea enopla.*

Dans la *Polia involuta* (V. Bened.), la fusion entre les masses latérales m'a paru si complète que je n'ai pu distinger avec netteté le

(1) De Quatrefages, 1847, pl. XVIII, fig. 3.
(2) M'Intosh, p. 391.

sillon de séparation, les commissures sont presque d'égales dimensions, ce qui est fort différent de ce que nous avons vu chez les animaux précédemment étudiés.

Enfin, je signalerai en dernier lieu la disposition des centres nerveux dans le genre aberrant des *Cephalotrix* qui, quoique appartenant au groupe des Némertiens inermes, ont ces parties construites sur le type des véritables *Nemertinea enopla*, les masses supérieure et inférieure se recouvrant à peine.

Quant aux grands nerfs postérieurs, leur disposition générale est toujours la même, sauf chez les *Œrstedia* où, comme l'a fait remarquer M. de Quatrefages, au lieu d'être écartés de presque toute la largeur du corps, ils se rapprochent de la ligne médiane, fait qui indique une tendance vers un type plus élevé (1). En même temps ces troncs nerveux émettent des branches plus visibles et plus nombreuses que chez aucun autre Némertien.

La sensibilité générale de ces animaux dans quelques expériences que j'ai pu faire, ne m'a pas paru aussi grande qu'on serait tenté de le croire : très vive à la partie antérieure, elle devient plus obtuse en arrière ou tout au moins y suit une marche assez singulière. Sur une *Nemertes opaca* (Qtr. sp.), qui ne mesurait pas moins de 0^m40, en piquant l'animal à environ 0^m05 de l'extrémité postérieure, on voyait toute la partie située en arrière du point irrité se contracter vivement, tandis que les parties antérieures ne présentaient pas la moindre ride et continuaient leur mouvement de progression, si l'animal était en marche. En continuant de répéter l'expérience sur des points de plus en plus rapprochés de l'extrémité céphalique jusqu'à arriver à 0^m05 ou 0^m06 de celle-ci, j'ai toujours obtenu le même résultat, seulement plus on s'éloigne de la partie caudale, plus il faut irriter fortement pour obtenir une contraction énergique de la totalité des portions postérieures, si l'excitation est médiocre, la contraction est vive sur une longueur de 6 à 10 centimètres, au delà, elle va s'affaiblissant, mais se manifeste toutefois toujours jusqu'à l'extrémité terminale par des rides légères. Si on touche même très légèrement à 2 centimètres en arrière de la tête, l'animal rejette vivement celle-ci vers le point excité. Ces résultats, que j'ai pu obtenir plusieurs fois, et toujours aussi nets, porteraient à admettre qu'il existe vers la partie antérieure, en une zone située entre 2 et 5 centimètres de l'extrémité céphalique, un point où la sensibilité ne se transmettrait plus d'arrière en avant, ou si l'on veut d'une manière centripète, mais seulement d'une manière centrifuge.

(1) De Quatrefages, 1847,, p. 133, pl. XVIII, fig. 2.

Sur des animaux d'une dimension encore plus considérable, tels que le *Lineus longissimus*, les résultats seraient peut-être encore plus frappants, mais depuis que j'ai été à même de faire ces observations, je n'ai pas eu de ces animaux en un état assez satisfaisant pour pouvoir répéter ces expériences. Elles méritent cependant de fixer l'attention des physiologistes; peut-être conduiraient-elles à démontrer une sorte d'indépendance entre les différentes parties d'un même animal et à voir dans les Némertes une espèce de colonie, rappelant de loin ce qu'on connaît chez les Cestoïdes, et y faisant passage.

OUVRAGES CITÉS :

Boeck (Axel), 1866. *Nervesystemets Bygning hos Slægten Nemertes* (*Naturh. Forenings Vidensk Meddelelser,* p. 141-150. 5 fig. dans le texte).

Claparède (Édouard), 1861. *Recherches anatomiques sur les Annélides, Turbellariés, Opalines et Grégarines, observés dans les Hébrides* (*Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève,* t. XVI, 1re part. p. 71-164, pl. I à VII).

Id. 1863. *Beobachtungen über Anatomie und Entwickelungsgeschichte wirbelloser Thiere an der Küste von Normandie angestellt.* Leipzig.

Dugès (Ant.), 1830. *Aperçu de quelques observations nouvelles sur les Planaires et plusieurs genres voisins* (*Annales des sciences naturelles,* 1re série, t. XXI, p. 72-90, pl. II).

Grube (Ed), 1855. *Bemerkungen über einige Helminthen und Meerwürmer* (*Archv. f. Naturgesch.* 1° part., p. 137-158, pl. VI-VII).

M'Intosh (W. Carmichael), 1868-69. *On the Structure of the British Nemerteans and some new British Annelids* (*Trans. of the Roy. Soc. of Edinburg,* vol. XXV, pars. II, p. 305-433, pl. IV-XVI; — Read 20th april 1868).

Keferstein (Wilhelm), 1862. *Untersuchungen über niedere Seethiere* (*Zeitschrift für wissenschaftlige Zoologie,* t. XII, p. 1-147, pl. I-XI).

Quatrefages (Armand de), 1847. *Mémoire sur la famille des Némertiens* (*Annales des sciences naturelles,* 3e série, t. VI, p. 173-303, pl. VIII à XIV), et *Recherches anatomiques et zoologiques faites pendant un voyage sur les côtes de la Sicile et sur divers points du littoral de la France,* t. II, p. 85-220, pl. IX à XXIV. — Les renvois ont toujours rapport à cette seconde publication, qui est la plus complète, d'ailleurs les pages se correspondent sauf pour l'explication des planches qui commence, dans les *Annales*, à la page 297 et, par conséquent, dans le *Voyage en Sicile,* à la page 209; les sept planches du premier ouvrage correspondent aux planches XVIII à XXIV du second.

Stimpson (W.), 1857. *Prodromus descriptionis animalium evertebratorum, quæ in expeditione ad Oceanum Pacificum septentrionalem a Republica Federata missa, Cadwaladaro Ringgold et Johanne Rogers ducibus observavit et descripsit* (*Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia.* Juin et février; tirage à part).

VAILLANT (Léon), 1870. *Contribution à l'étude anatomique du genre Pontobdelle* (*Annales des sciences naturelles,* 5e série, t. XIII, art. n° 5, pl. VIII-X).

Id. 1871. *Sur l'appareil stylifère de quelques Némertiens* (*Bulletin de la Société philomathique de Paris,* nouvelle série, t. VII, p. 187)..

M. JOBERT,

Docteur en médecine.

Organes du toucher des poissons.

(Extrait.)

(Séance du 6 Septembre 1872.)

M. Jobert rend compte des études qu'il a poursuivies à l'Aquarium d'Arcachon au sujet des organes du toucher des poissons. Les organes très complexes destinés à exercer cette fonction sont empruntés à des appareils déjà existants. Chez le rouget *(Mullus barbatus),* c'est un rayon branchiostége qui forme le barbillon ; chez d'autres poissons, ce sont les parties les plus extérieures des nageoires qui sont adaptées à cette fonction, et qui, quelquefois, deviennent indépendantes pour servir spécialement au toucher.

M. Henri FILHOL,

Interne des hôpitaux de Paris.

De quelques espèces nouvelles fossiles de Caylux (Tarn-et-Garonne).

(Extrait.)

(Séance du 6 Septembre 1872.)

M. Henri Filhol communique quelques observations relatives à la découverte d'un nouveau genre et de nouvelles espèces fossiles rencontrées au niveau des gisements de phosphate de chaux de Caylux (Tarn-et-Garonne). Ces espèces sont un *Pseudelurus* et deux Canidés. Le genre nouveau est intermédiaire aux familles des martres et des félins. M. Filhol a découvert à Crégols (Lot), dans un gisement de chauves-souris fossiles, une nouvelle espèce : le *Rhinolophus antiquus.*

Dr Léon SOUBEIRAN,

Professeur agrégé à l'École de pharmacie.

De l'Ostréiculture.

(Séance du 7 Septembre 1872.)

L'importance de l'ostréiculture, bien qu'elle ait été niée par quelques personnes, est cependant évidente, et les résultats qu'elle a déjà donnés en France, en Angleterre et en Irlande, donnent la preuve que cette industrie peut rendre de grands services. Mais si on a pu lui reprocher des insuccès, dont elle n'était pas responsable et dont ses antagonistes ont fait grand bruit, la faute en doit être attribuée à ce que les expérimentateurs avaient négligé de prendre en considération toutes les conditions qui eussent assuré le succès. Il ne suffit pas, en effet, de vouloir faire pousser des huîtres pour en obtenir, il faut vérifier si on opère dans des circonstances convenables, et il faut surtout donner une grande attention à ne négliger aucun soin de culture, car le sol de la mer réclame pour donner des produits tout autant de soin, si ce n'est plus, que le sol de nos champs pour produire sa récolte. N'oublions pas qu'en ostréiculture comme en agriculture

travailler, *prendre* de la peine

est la condition de toute entreprise sérieuse.

L'huître, mobile à son premier âge, et qui bientôt se fixe sur les corps solides pour s'y développer, a été l'objet d'études importantes, sur lesquelles nous désirons appeler un moment l'attention. On a déjà beaucoup fait pour protéger l'huître, depuis le moment où elle s'échappe du corps de sa mère jusqu'à celui auquel elle a acquis toutes ses dimensions et qualités, et on a obtenu des résultats importants, comme le prouve la baie d'Arcachon; mais il est plusieurs questions sur lesquelles l'attention des ostréiculteurs ne s'est peut-être pas fixée d'une manière suffisante, et qui mériteraient d'être étudiées par les personnes en position de le faire. Des observations ont déjà été prises, mais elles sont encore trop peu nombreuses pour qu'on puisse en tirer tout l'enseignement qu'elles doivent donner, et il est en outre nécessaire de pouvoir expliquer, par une étude plus attentive, les résultats contradictoires qu'elles ont donnés quelquefois.

Température. — L'influence que la température exerce sur les huîtres et surtout sur le naissain, a été reconnue depuis longtemps par tous ceux qui se sont occupés d'ostréiculture, et c'est un adage parmi les riverains de l'île de Ré que, « par la chaleur, il y a beaucoup de naissain, et par le froid pas de naissain. » Beaucoup de personnes se sont occupées de cette étude, mais leurs observations ne sont pas encore suffisamment précises et nombreuses pour qu'on puisse en tirer tout le profit désirable : les gouvernements anglais et français ont cependant fait constater sur divers points des côtes, pendant les mois de mai, juin et juillet, époque de la ponte du naissain, et à des heures identiques, la température de l'eau au large et sur le rivage et celle de l'atmosphère. De pareilles observations seraient éminemment utiles, à la condition d'être faites sur un grand nombre de points différents et d'être poursuivies pendant un temps suffisamment prolongé pour permettre d'en tirer des déductions assurées. On a déjà reconnu que les eaux de l'Irlande offrent une variation de température plus grande que celle des côtes de France, ce qui peut expliquer la différence dans les produits ; que l'influence du Gulf-stream rend la température de certaines localités plus égale, etc. ; mais il y a toute une série d'influences locales, qui rendent la question très complexe ; on ne peut cependant pas en négliger les données, car leur action sur le succès ou l'insuccès de l'ostréiculture est incontestable.

Il y a aussi à tenir compte de l'action des rayons solaires à l'époque de l'essaimage, suivant que la couche d'eau, qui couvre les huîtres, est plus ou moins épaisse, car la quantité d'oxygène dissous n'est pas la même à marée haute ou à marée basse ; à marée haute, coïncidant avec le maximum d'action solaire, la vie sous-marine est plus active, mais pour que l'essaimage se fasse dans les meilleures conditions, il vaut mieux, paraît-il, qu'il y ait basse mer sur le midi ; la différence de niveau de la couche d'eau entre la haute et la basse mer, l'épaisseur de la couche qui ne cesse de recouvrir les huîtres, tout cela doit être noté et donnera des indications qui auront la plus grande utilité.

Il est essentiel aussi de tenir compte de l'existence possible de courants à température différente, et dont l'action est très préjudiciable aux huîtres et surtout au naissain.

Les variations extrêmes de température doivent aussi être l'objet d'une étude sérieuse : on sait que le froid détruit des quantités considérables d'huîtres, s'il est assez intense pour les congeler ; aussi a-t-on pris soin, à Arcachon, de placer les tuiles, chargées de naissain, dans des rigoles assez profondes pour qu'elles soient toujours

protégées par une certaine couche d'eau, et à Hayling on a organisé des bassins qui, bien que se congelant à la surface, maintiennent les huîtres dans un milieu de 28° Fahr., à l'abri des gelées les plus intenses, et ne laissent plus redouter que leur prolongation trop grande.

Si les huîtres craignent le froid, elles ne redoutent pas moins l'excès de la chaleur (1), et on devra, au moins sur les terrains émergents, avoir soin de conserver sur les huîtres une certaine couche d'eau, ou tout au moins une proportion suffisante de zostères pour leur fournir un ombrage tutélaire.

La constance de la température est éminemment favorable au développement du naissain, et explique comment on a constaté, en 1867, un essaimage plus abondant dans les bassins clos d'Hayling qu'au dehors, à Chichester, où la température était plus variable et plus basse de 4 à 6° Fahr.

Perturbations atmosphériques. — Si elles n'ont pas une action bien manifeste sur les huîtres développées, les perturbations atmosphériques en exercent une très marquée sur l'essaimage, bien qu'elle n'ait pas encore été suffisamment étudiée. On a cependant constaté l'influence pernicieuse des orages, à Arcachon, en juillet et août 1867, et celui de la tempête du 20 au 21 septembre de la même année, sur les crassats d'Arcachon.

Courants. — Les courants qui arrivent sur les huîtres ne sont pas seulement à examiner au point de vue de leur température plus ou moins différente, mais on doit étudier leur intensité, leur direction, etc. : violents, ils peuvent détruire toute vitalité ; moyens, ils renouvellent l'eau autour des animaux sédentaires, et entraînent loin d'eux les matières nuisibles qui sont en suspension dans l'eau. Si leur direction est propice, ils peuvent favoriser le peuplement des parcs, en amenant sur les collecteurs le naissain de bancs naturels, etc.

Salure de l'eau. — L'ostréiculteur doit prendre un grand soin de connaître la valeur saline de l'eau dans laquelle il opère, car elle varie suivant les localités et les époques, et cette différence influe sur l'utilisation possible du terrain. L'eau de mer pure est surtout favorable à l'essaimage de l'huître : les eaux plus ou moins saumâtres sont meilleures pour son développement, son engraissement, et dans quelques cas, son verdissement.

(1) En 1868, les grandes chaleurs de l'été ont presque anéanti la production de la baie d'Arcachon.

Les pluies sont quelquefois assez abondantes pour dénaturer la composition de l'eau et la rendre impropre au développement du naissain. D'une manière générale, le mélange des eaux douces a l'avantage de charrier des matières organiques et de favoriser, dans le milieu qui baigne le mollusque, le développement des infusoires dont il se nourrit.

Nature du sol. — Les analyses qui ont été faites du sol des diverses localités où on trouve des huîtres, ont démontré que la vase qui le recouvre est composée indifféremment de toutes sortes de roches minéralogiques, granits, gneiss, calcaires, etc. Quant à l'état mécanique, on trouve toutes les formes, depuis le sable jusqu'à l'argile, mais le sable est toujours plus ou moins vaseux, et l'argile plus ou moins mélangée de débris calcaires qui la divisent. Le terrain typique paraît être l'argile de Londres, mais il y a toujours avantage à choisir, pour établir un parc, un terrain analogue à celui des bancs naturels voisins.

Le sol influe sur l'huître et lui donne sa qualité, aussi les pêcheurs peuvent-ils reconnaître des localités voisines par la seule inspection des huîtres qu'ils draguent; il est évident qu'il a une action marquée sur le développement et surtout sur l'engraissement du mollusque. Certains terrains sont plus propices à la production du naissain, d'autres à l'élevage des huîtres, mais ce n'est que très rarement qu'on trouve réunies les conditions favorables à ces deux opérations.

Il ne paraît pas que la constitution chimique du terrain exerce sur l'huître une action aussi grande que celle de la matière organique, qu'il renferme toujours et qui est constituée par des infusoires, des conferves et des débris de mollusques. C'est, en effet, à la quantité de desmidiées et d'achnanthes qu'il contient, que le sol de Marennes doit sa supériorité sur celui de l'île de Ré pour l'engraissement des huîtres.

Dragage. — Sur les bancs naturels, il est nécessaire de pratiquer, à de certaines périodes, le dragage, qui a l'avantage de favoriser le développement des huîtres en les débarrassant de l'excès de vase qui les étouffe; mais il doit être pratiqué avec une certaine mesure, faute de quoi on court risque de ruiner le banc, car si les huîtres sont trop espacées, l'essaimage est manqué. Il serait bon de faire partout comme à Whistable où, à chaque opération de dragage, on ne dépasse pas une quantité déterminée d'huîtres. Le dragage ne devrait tout au moins être fait complètement que sur quelques parties des bancs, de façon à ce que les portions réservées pussent fournir au repeuple-

ment. Faite dans une certaine mesure, cette opération, outre qu'elle débarrasse de l'excès de vase, a pour résultat de rendre les coquilles plus fines et mieux conformées.

Ennemis. — Les ennemis des huîtres sont nombreux, leur nom est légion ; aussi est-il important de les connaître et de trouver les moyens de les détruire ; il faut aussi ne pas laisser envahir les collecteurs par des myriades d'animaux qui viennent les salir quand on a posé trop tôt des appareils.

Prohibition de la pêche à certaines époques. — Il est essentiel aussi d'interdire la pêche au moment de l'essaimage, et même quelque temps auparavant, car les huîtres demandent à s'être habituées à leurs nouvelles localités par un séjour assez prolongé, avant de se reproduire.

Comme on le voit, la culture des huîtres exige beaucoup de soins et des études approfondies sur divers points essentiels à noter, pour éviter des mécomptes ; mais bien qu'il y ait encore des points obscurs à élucider, elle donne déjà des résultats considérables. La baie d'Arcachon, qu'on pouvait considérer comme ruinée, peut produire actuellement cinquante millions d'huîtres et en produira davantage, surtout si on peut obtenir des modifications dans le système des concessions. En effet, il serait indispensable que les concessions fussent accordées pour un temps plus ou moins long par bails, qui permettront aux particuliers, qui ne seront plus sous le coup d'un retrait imprévu de concession, de se livrer sans crainte à tous les travaux et à toutes les améliorations qui profiteraient à l'industrie privée et publique. Dans ces conditions, l'état, qui conserverait le droit d'expropriation avec indemnité comme pour toute la propriété foncière, ne perdrait rien, car au lieu d'une somme minime qu'il perçoit actuellement, il pourrait demander une somme plus importante et tirer un revenu de terrains qui sont presque improductifs pour lui. A Arcachon seulement, il y a 6,000 hectares susceptibles d'être amodiés pour l'ostréiculture et les réservoirs à poissons ; on trouverait facilement des locataires à 100 francs l'hectare, ce qui donnerait un revenu de 600,000 francs, au lieu d'une somme insignifiante. Étendue à tous les rivages de la France, cette disposition donnerait des millions.

M. AUSCHITZKY,

de Bordeaux.

Notes sur l'ostréiculture dans le bassin d'Arcachon.

(Séance du 7 Septembre 1872.)

I. — *Sur la reproduction.*

La reproduction de l'huître dans le bassin d'Arcachon est naturelle.

Du 15 juin environ jusque dans la première quinzaine de septembre, les huîtres qui ont atteint un certain développement, et qu'on appelle *huîtres mères,* deviennent blanchâtres et laiteuses, et elles lâchent une laitance ou semence qu'on appelle le *frai* ou le *naissin.*

Les huîtres mères sont celles qui sont âgées de deux ans et au-dessus. Mais on en rencontre une certaine quantité dans celles d'un an.

Ce frai ou naissin, emporté par les courants, se répand partout, se divise à l'*infini,* car la reproduction est incalculable; il s'accroche à tous les corps durs qu'il rencontre, et s'y fixe d'une manière définitive.

De tous temps l'huître a existé dans le bassin d'Arcachon, mais elle n'était l'objet d'aucun soin, d'aucune culture, et n'était guère plus considérée que les autres coquillages qui y croissent en même temps.

On se bornait à ramasser celles que l'on trouvait sur les crassats et qui avaient pu échapper aux ardeurs de l'été et aux rigueurs de l'hiver, quand elles n'avaient pas été dévorées par les chancres, murex, cormailleaux, bigorneaux et autres animaux de la même espèce, qui les détruisent en quantité énorme.

Aussi, l'huître était-elle devenue de plus en plus rare; les concessions faites par le Gouvernement à divers marins de parties des crassats qui se trouvent dans le bassin d'Arcachon étaient à peu près abandonnées. Elles n'étaient l'objet d'aucune recherche; et quand elles étaient accordées, elles n'étaient l'objet d'aucun soin.

Il y a douze ou quinze années, sur les inspirations de M. Coste, le Gouvernement voulut essayer de repeupler le bassin.

Il fit placer sur des crassats réservés un certain nombre de tuiles

ordinaires, à l'effet de recueillir et de fixer le naissin; il réussit à obtenir une reproduction importante, et plusieurs concessionnaires suivirent son exemple.

Mais l'huître ainsi attachée à la tuile ne pouvait en être détachée que très imparfaitement; il fallait ou briser son écaille et la perdre, ou casser et briser la tuile. On n'arrivait ainsi qu'à sauver au plus un dixième de la quantité recueillie sur les tuiles.

M. Michelet, simple ouvrier maçon à Arcachon, fut frappé de ces résultats et résolut d'y porter remède.

Il se mit à l'œuvre, examina, rechercha, fit des expériences diverses et arriva à composer un enduit ou préparation qui, appliquée sur les tuiles dont on faisait usage, tout en résistant assez à l'action de l'eau de la mer, restait adhérente à la tuile, facilitait l'agrégation du naissin sur cette tuile, ainsi que son développement plus rapide, *par sa nature calcaire,* et permettait ensuite de la détacher sans la briser ou sans briser la tuile, qui peut ainsi servir continuellement.

Après avoir fait, mais en petit, divers essais qui lui donnèrent la certitude de la réussite, il proposa aux représentants du Gouvernement de faire l'essai de son procédé sur ses parcs ou crassats, et fit la même proposition à divers concessionnaires. Mais, loin de recevoir l'accueil qu'il avait espéré, il vit ses propositions repoussées. Son procédé fut traité de fantaisiste et ses espérances de chimères.

Sans ressources aucunes, il poursuivit son idée, sacrifia tout et s'endetta même pour faire un dernier et suprême essai, et réussit comme il l'avait espéré.

Alors il prit, sous la date du 17 juillet 1867, un brevet pour un *appareil complet de reproduction et de conservation des huîtres, dit système Michelet,* lequel a été suivi de plusieurs certificats d'addition au fur et à mesure des perfectionnements que l'examen et l'expérience lui ont fait obtenir.

Aujourd'hui son procédé est employé par tous les concessionnaires. Grâce à ce procédé, l'ostréiculture a pris, depuis trois ou quatre ans, dans le bassin d'Arcachon, des proportions considérables. La reproduction dépasse toutes les espérances; et le bassin qui, auparavant, ne produisait pas 1 million d'huîtres, arrive aujourd'hui à en livrer 50 millions, chiffre qui sera dépassé, tout permet de le croire.

Aussi, tous les crassats du bassin sont-ils l'objet de demandes de concessions. Cette année seule, près de douze cents demandes ont été faites; et ceux-là même qui avaient abandonné des concessions il y a quelques années, en demandent aujourd'hui avec insistance.

L'ostréiculture a donc fait des progrès immenses et incontestables, et ils sont dus à M. Michelet.

II. — *Conservation.*

Non content de ce premier résultat, M. Michelet comprit qu'il y avait encore beaucoup à faire.

L'opération qui consiste à détacher l'huître de la tuile *préparée* sur laquelle elle a été recueillie, opération qu'on appelle le *détroquage*, ne se fait pas sans offrir quelques inconvénients.

Au détroquage, l'écaille, à peine formée et très mince, d'une certaine quantité de jeunes huîtres est brisée ou atteinte, soit par le couteau à l'aide duquel il est fait, soit par toute autre cause. On peut évaluer facilement cette quantité à 10 pour 100.

Ces huîtres, ainsi blessées, étaient perdues, car elles étaient aussitôt dévorées par tous ses ennemis voraces : chancres, bigorneaux, cormailleaux ou murex, et autres qui pullulent dans le bassin d'Arcachon.

C'est pour remédier à ces graves inconvénients que M. Michelet imagine son *ambulance ostréophile*, consistant en une caisse en maçonnerie ou en bois, recouverte d'une toile métallique. Il place dans cette ambulance toutes ses huîtres blessées. Ces huîtres, ainsi isolées de leurs ennemis, et néanmoins maintenues dans l'eau, se refont, l'écaille brisée se reforme, et elles sont sauvées.

Ce qui augmente d'autant plus la quantité des huîtres dont la livraison peut être opérée.

Malgré tous ces résultats, il y avait, comme il y a du reste encore, bien des inconvénients à éviter et bien des progrès à faire.

Le plus dangereux ennemi de l'huître, c'est le buxin ou murex, appelé dans le pays *cormailleau*, lequel existe dans le bassin d'Arcachon en quantité considérable. En effet, il s'attaque à l'huître, quelle qu'elle soit, saine ou blessée, et quelle que soit sa grosseur. Il s'attache à l'huître, en perfore la coquille, à laquelle il pratique un trou comme avec une vrille, et, par ce trou, absorbe l'huître et la détruit. Ses ravages sont rapides et considérables.

M. Michelet étudia les mœurs du cormailleau, il arriva à se convaincre qu'il rampait sur le sol qu'il ne quitte jamais, car il ne nage pas, et n'est point emporté par l'eau à cause du poids de sa coquille.

Il imagina alors d'entourer ses ruches de collecteurs ou tuiles, et ses claires, d'une planche surmontée d'une bande de zinc, formant un angle de 45°, tournée du côté opposé aux huîtres. Le cormailleau,

par sa conformation, ne pouvant se tourner dans un angle aussi aigu, ne peut arriver jusqu'à l'endroit où se trouvent les huîtres, qui se trouvent ainsi garanties par ce rempart qu'il ne peut franchir.

De plus, deux autres ennemis terribles étaient la chaleur et le froid excessifs. Dans une journée d'été ou dans une nuit d'hiver, grand nombre de concessionnaires ont perdu la presque totalité de leurs récoltes.

Pour obvier à cet inconvénient et à ce danger, M. Michelet a fait établir, sur la partie haute du parc ou crassat qu'il exploite, c'est-à-dire *sur un banc de vase,* des réservoirs ou claires, qui permettent à basse marée, quand le parc est à découvert, de retenir l'eau, et de mettre ainsi les huîtres à l'abri des ardeurs du soleil comme des dangers de la gelée.

De plus, au moyen d'une vanne mobile à l'extrémité, il arrive à réglementer la quantité d'eau qu'il veut laisser dans ses claires, et cela à chaque marée, de manière à profiter, pour la pousse de l'huître, du degré de la température qui lui convient.

Enfin, quand les huîtres sont agglomérées, celles qui sont d'une dimension plus grande, ou portent obstacle à la pousse et à l'accroissement de celles d'une dimension inférieure, ou les couvrent et les étouffent.

Pour obvier à cet inconvénient, il faut les trier au moyen de plusieurs cribles de mailles différentes, et on obtient ainsi trois ou quatre catégories d'huîtres qui, similaires de dimensions, profitent toutes d'une manière uniforme et ne se portent plus obstacle les unes aux autres.

On arrive ainsi à sauver encore une grande quantité de petites huîtres, qui étaient perdues avant l'emploi de ce moyen.

Toutes les huîtres sont, après ces triages, placées dans des caisses dites de conservation, faisant partie de l'ambulance ostréophile, dont il a été parlé plus haut, où elles séjournent jusqu'à ce qu'elles aient atteint assez de consistance et de grosseur pour être à l'abri de l'atteinte du crabe qui, au printemps surtout, fait sur les huîtres des ravages considérables, à ce point que ceux des parqueurs qui n'ont pas usé de ce procédé, ont vu toute leur récolte anéantie.

Au fur et à mesure que ces huîtres grossissent et sont défensables, on les met dans les claires, où elles sont traitées et soignées comme les autres.

Sans ce procédé, toutes les huîtres des troisième et quatrième triages étaient perdues, ainsi même qu'une grande quantité de celles provenant des triages supérieurs.

Tout cela est beaucoup, mais il reste à faire encore davantage.

L'ostréiculture a fait des progrès sensibles, grâce à ces divers moyens et procédés ; elle est appelée à en faire de plus grands encore.

La science venant à l'aide à la pratique, on arrivera, cela est incontestable aujourd'hui, à des résultats considérables.

M. POUCHET,

Docteur en médecine.

Changement de coloration des animaux.

(Extrait.)

(Séance du 9 Septembre 1872.)

M. Pouchet fait une communication sur les changements de couleur qu'il a étudiés chez les poissons et les crustacés. Le fait sur lequel il insiste est celui-ci : différents poissons, et notamment les turbots, peuvent prendre la couleur des fonds sur lesquels ils vivent. M. Pouchet décrit les expériences nombreuses et variées par lesquelles il est arrivé à déterminer le rôle des nerfs dans cette fonction.

M. GASSIES,

Directeur du Musée préhistorique de Bordeaux.

Faune conchyliologique terrestre et fluvio-lacustre de la Nouvelle-Calédonie.

(Séance du 7 Septembre 1872.)

L'ouvrage en voie de publication est la seconde partie d'une œuvre commencée depuis la prise de possession par la France de l'archipel de la Nouvelle Calédonie. Plusieurs opuscules ont été insérés dans les *Actes* de la Société d'histoire naturelle de la Moselle, par M. Moreles, dans le *Journal de conchyliologie* par nous, MM. Souverbie, Fischer et Crossa, et enfin, en ouvrage général, dans les *Actes* de la Société linnéenne de Bordeaux, avec planches coloriées et carte, sous les auspices du ministère de l'instruction publique.

De 1856 à 1872, le nombre des espèces terrestres s'est élevé de 52 à 324, et rien ne préjuge que ce nombre doive s'arrêter à ce chiffre, car il est beaucoup de points de l'archipel restés encore inexplorés.

La prédominance du bulime est manifeste. C'est dans ce genre que sont les espèces les plus nombreuses et les plus belles et surtout les plus

polymorphes; les hélices, au contraire, y sont petites et peu coloriées. La présence d'un genre méditerranéen paraît extraordinaire ; c'est celui nommé *mélanòpside,* créé par Férussac.

Les autres genres sont représentés par des espèces nombreuses, mais n'ont pas de particularités remarquables comme le précédent. Quant à la faune en général, elle est spéciale à l'archipel et n'a d'analogie qu'avec celle des îles voisines, ce qui confirme un centre de création parfaitement spécail. (1 vol. gr. in-8°, 212 pages, 8 planches coloriées.)

M. PÉREZ,

Professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux.

Ovologie des vers à soie.

(Extrait.)

(Séance du 9 Septembre 1872.)

M. Pérez expose des résultats de ses recherches sur la formation de l'ovule du Bombix du mûrier. Il résulterait de cet exposé que le *vitellus* de l'œuf serait formé de très bonne heure et que les cellules dites *vitellogènes* ne joueraient point le rôle qu'on leur a attribué en Allemagne. L'œuf du Bombyx ne présenterait pas de micropyle.

Pour M. Pérez, enfin, l'ovule acquiert ses éléments constitutifs sur place et non dans la partie inférieure du saccule enveloppant.

M. L. de ROCHEBRUNE,

Lieutenant de vaisseau, commandant l'aviso garde-pêche *le Sylphe*.

Notes sur la culture des huîtres à Arcachon. (Verdissement.)

(Séance du 12 Septembre 1872.)

Des essais furent tentés, il y a quelques années, par un de mes prédécesseurs, pour faire verdir des huîtres.

Ils eurent un certain succès. Je les ai repris, en corrigeant ce qu'ils pouvaient avoir de défectueux, et aujourd'hui je crois avoir résolu complètement le problème.

Les huîtres verdissent rapidement dans les claires creusées sur l'île aux Oiseaux; elles y poussent bien, s'y corsent et acquièrent un meilleur goût que celles élevées sur les parcs. Celles que je pré-

sente aujourd'hui n'ont pas acquis le degré de supériorité qu'elles doivent avoir un jour, par plusieurs raisons :

1° La claire est nouvelle, et le fond n'est pas encore assez couvert de dépôt vaseux;

2° Les huîtres ne sont dans la claire que depuis une vingtaine de jours. C'est dire qu'elles y ont été mises après avoir frayé, par conséquent amaigries et fatiguées par le travail de la reproduction. Il eût fallu les mettre en claires en mars ou avril, ainsi que la chose se pratique à Marennes et La Tremblade;

3° Elles devraient dégorger pendant quelques jours dans une claire pavée ou sablée, avant d'être offertes aux consommateurs;

4° La malveillance a rompu les digues de ma claire, il y a quelques jours, et les huîtres n'ont pu acquérir la belle teinte verte que j'ai obtenue en juillet.

Cette claire a 50 centimètres de profondeur. Elle est construite sur un terrain argileux, dont je mets un échantillon avec les huîtres.

Les huîtres ainsi traitées n'auront peut-être pas un accroissement aussi rapide que celles de Marennes; probablement à cause d'une nourriture moins riche que celle qu'elles trouvent sur les bords de la Seudre. Mais, je le répète, le verdissement est parfait et l'amélioration très notable.

J'ai tenté ces essais dans un but de curiosité et avec l'envie d'être utile au bassin d'Arcachon, en apprenant aux parqueurs qu'ils peuvent tirer profit de terrains arides, incultes, sans produit aucun. Heureux si je réussis à leur tracer une voie nouvelle qui pourra augmenter le bien-être de la population maritime!

M. L. PÉRIER,

Au nom de la Rédaction de la publication *Les Fonds de la mer*.

Exposé sommaire des recherches les plus récentes sur le fond des mers et moyens de poursuivre cette étude.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

L'étude des mers a présenté, jusqu'à ces dernières années, une immense lacune. Faute d'instruments appropriés, les grands sondages sont restés longtemps impossibles, et il y a dix-sept ans à peine que l'ingénieux plomb de Broocke a pu commencer à pénétrer les vrais mystères de l'Océan.

Les Américains, qui ont eu le bonheur de trouver l'appareil indispensable pour cette étude nouvelle, ont eu en même temps l'honneur d'une grande application des sciences au bien-être des peuples. Le câble transatlantique du cap Raze (à Terre-Neuve) au cap Clear (en Irlande) est la preuve de cette assertion.

Le rôle de l'*Union* ne s'est pas borné là!

Depuis 1867, la marine des États-Unis scrute annuellement les eaux profondes du *Gulf-stream,* et ces campagnes scientifiques, dirigées par M. Louis Agassiz, enrichissent chaque jour, de faits intéressants et nouveaux, la physique et l'histoire naturelle générales du globe. Elles ont démontré, d'abord, la différence de la faune des récifs élevés à la surface de la mer, avec celle des eaux profondes; la persistance de la vie animale jusqu'au fond des abîmes sous-marins; l'existence de mollusques reliant directement les espèces modernes aux fossiles du terrain crétacé et du jurassique. Elles ont permis, en étudiant la constitution des écueils de la Floride et du golfe du Mexique, de constater l'identité des couches du récif avec celles de l'étage oolithique, et de surprendre ainsi ce dernier en flagrant délit de formation. Enfin, elles ont révélé les phases d'existence propre des polypes, qui peuvent, d'après leur structure, se classer aujourd'hui comme le restant des êtres, quoique les changements embryonnaires soient moins apparents chez eux que chez nombre d'autres animaux inférieurs (1).

Ces remarquables expéditions donnent une idée des révélations que doivent faire, à la science théorique et pratique, les recherches futures. L'Angleterre a saisi l'importance de la question, et elle a aussitôt organisé des croisières chargées de poursuivre ce qu'avait même commencé, de son initiative privée, la *Société royale de Londres*. Une flotille spéciale applique actuellement aux côtes britanniques le système suivi avec tant de succès par les Américains; le *Report* du *Porcupine* vient d'être publié.

Si nous rappelons brièvement les dernières expéditions des Russes et des Scandinaves, les voyages de Michaël Sars au Nordland, au Finmarck et aux îles Loffoden (2), c'est que, nonobstant l'impulsion que ces peuples et le grand naturaliste ont donnée aux sciences naturelles, les recherches se sont presque toujours bornées aux eaux des côtes ou des parages peu profonds, et n'ont jamais atteint 2,000 mètres. Or, les Anglais ont dépassé depuis 4,500 mètres, et les Américains placent le roc de fondation des Bermudes entre 8 et 10 kilomètres.

(1) Voir l'exposé des campagnes du *Bibb*, dans les *Fonds de la mer*, t. I, p. 276-293.
(2) Le dernier voyage de Sars remonte à 1867.

Au milieu de tant de faits acquis, n'est-il pas utile de rechercher les origines de l'étude mère, et d'examiner ce que la France a fait et pourrait faire encore dans cet ordre d'idées?

Les véritables essais d'exploration du fond des mers, comprenant l'orographie, la géologie, la faune, la flore, la minéralogie, en un mot la physique et la chimie du monde immergé, ne remonte pas aux États-Unis, et par conséquent ailleurs, au delà de 1867.

On ne saurait, en effet, comparer à ce qui se pratique aujourd'hui les sondages faits en 1844 sur l'initiative de feu le professeur Bache. Bache prescrivit, à cette époque, de former une collection avec tous les spécimens rapportés par le plomb de sonde. De nombreux matériaux, provenant de 100 brasses au plus, furent d'abord recueillis, puis on songea à étendre les recherches à de grandes profondeurs. En attendant, chaque spécimen était déposé à Washington, dans une salle spéciale des bureaux de l'hydrographie, où commençait aussitôt son examen purement micrographique. Les résultats généraux sont indiqués sur une carte représentant le fond sous-marin du cap Cod à Cuba, et la carte est le complément de la notice publiée dans le *Geographische Mittheilungen,* de C. Petermann.

Or, ces travaux n'avaient qu'un mobile, c'était une étude pratique d'hydrographie côtière que faisaient avec plus de soin qu'ailleurs les Américains, une étude telle que plus tard l'a comprise, en France, M. Delesse *(Lithologie du fond des mers)*.

Depuis 1867 seulement, la surintendance de l'hydrographie a fait porter simultanément les recherches sur la flore, sur la faune sous-marines, et vraisemblablement sur les autres particularités de la mer et des fonds, bien que rien, toutefois, ne nous garantisse ce dernier point.

Mais que s'était-il passé dès 1866?

Frappés de la lacune que présentaient, avant cette époque, les opérations poursuivies en Amérique avec tant de persévérance; étonnés, d'autre part, de voir que les navigateurs et les savants russes, scandinaves, anglais se fussent, au contraire, bornés presque exclusivement à l'étude de la flore ou de la faune des eaux peu profondes, en dépit des grands fonds de certains parages boréals, quelques amis des sciences avaient conçu l'idée d'un plan d'ensemble réunissant les systèmes isolés, les complétant l'un par l'autre, leur donnant de l'extension et restituant à l'étude des fonds des mers sa véritable signification.

Les germes de cette pensée furent aussitôt soumis à plusieurs sommités scientifiques de nationalités diverses, pendant qu'une Revue intitulée *Les Fonds de la mer* exposait, dès le mois d'avril 1867,

les premiers fruits de deux années d'observations préparatoires. M. Louis Agassiz, l'éminent directeur des explorations d'outre-mer, était du nombre de ceux qui reçurent communication du programme. L'étudia-t-il pour l'appliquer avec les vastes ressources dont il pouvait disposer, ou l'avait-il lui-même conçu, grâce à cette intuition dont les sciences naturelles offrent si souvent des exemples? Toujours est-il que les premières communications du grand naturaliste furent pour les travailleurs français. L'expédition du Rapport remis, le 16 novembre 1869, à M. le Surintendant de l'hydrographie américaine, surprit ainsi *Les Fonds de la mer* à leur quinzième livraison.

Dans l'une ou l'autre hypothèse, la France a le droit de revendiquer sa part de la nouvelle voie ouverte aux chercheurs par l'étude générale des régions sous-marines. Si, aujourd'hui, le malheur l'accable, elle ne peut oublier que sa marine a, de tous temps, largement contribué à la propagation des sciences naturelles. Quelle immense quantité de matériaux ne recueillerait-on pas, si chaque officier, chaque marin, se rappelant une déclaration faite naguère à Paris par l'*Académie des sciences,* exécutait consciencieusement, à chaque voyage, *un seul sondage en mer profonde* et adressait à la mère patrie les échantillons, quels qu'ils soient, ramenés par le suif du plomb ou par la drague!

Certes, une expédition bien conduite, poussée au large, du cap Finistère au cap de Bonne-Espérance, reliant les Açores, Madère, les Canaries, les îles du Cap-Vert, Fernando-Po, l'Ascension, Sainte-Hélène, serait la digne rivale de l'exploration du *Gulf-stream,* mais sans cette dépense, que le moment ne permet guère, il est encore possible de lutter longtemps contre l'Europe et l'Amérique réunies!

Que tout marin seconde les travaux déjà commencés en France; que chacun prenne à cœur le modeste et facile programme tant de fois rappelé dans *Les Fonds de la mer,* et l'initiative individuelle aura bientôt élevé, sans frais, un monument que les puissances étrangères n'édifieront qu'avec des flottes et des millions.

Dr A. PLUMEAU.

Membre de la Société d'agriculture.

Du Phylloxera dans la Gironde et principalement de son origine.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

En venant entretenir la Section du *Phylloxera vastatrix* qui ravage les vignobles du Midi et s'étend d'une manière si inquiétante dans quelques-uns des nôtres, je n'ai pas l'intention de traiter toutes les questions qui se rattachent à l'histoire de cet insecte microscopique, et encore moins la prétention de les résoudre. Je me bornerai à traiter de la marche et de l'origine de ce nouveau fléau et à signaler aux savants qui pourraient être tentés d'en étudier la cause les points sur lesquels il est indispensable de fixer leur attention, afin que leurs études puissent être profitables aux intérêts agricoles, que j'ai surtout voulu envisager.

Il règne encore aujourd'hui, au sujet de cet insecte, une confusion qui provient principalement, selon moi, de la manière dont l'étude en a été faite. On sait qu'il existe en Amérique comme en France. Mais son aspect est loin d'être le même dans les deux pays ; il s'y est développé et y a été étudié à des époques différentes. Il en résulte que lorsqu'on consulte les documents émanés de ces deux sources d'information, on n'y trouve que des renseignements peu concordants et souvent contradictoires. Il est donc indispensable, si on veut jeter quelque lumière sur cette question, de tenir compte du pays et du temps où les documents sur lesquels on s'appuie ont été écrits. C'est ce que nous avons fait.

Si l'on s'en rapporte aux observations des savants qui ont étudié le Phylloxera en Amérique, il a existé, de temps immémorial, dans ce pays, un petit insecte qui attaque les feuilles des vignes américaines et y produit des galles où il dépose ses œufs. Mais ce n'est que lorsqu'il s'est multiplié ou a paru compromettre l'existence de la vigne que l'attention des savants et des agriculteurs s'est portée sur lui. Ce n'est qu'en 1856 que le Dr Fitch, de New-York, en a parlé pour la première fois, l'a décrit sommairement et lui a donné le nom de *Phylloxera vitifoliæ* (1). Mais il paraît certain qu'il en avait été question quelques années auparavant. Dix ans après, le

(1) *New-York Report I*, p. 158, et *Report III*, § 117.

Dr Shimer (1), M. Walsh (2), le Dr Riley (3), publièrent divers articles sur ce sujet, et ce dernier, continuant ces études, publia en 1870 (4) et 1871 (5) deux articles très remarquables, auxquels j'emprunte les renseignements qui vont suivre sur les mœurs de l'insecte qui produit des galles sur les feuilles des vignes américaines.

Ces insectes se fixent à la partie supérieure des feuilles les plus jeunes et les plus tendres; leur succion constante et l'irritation continuelle qu'ils y entretiennent provoquent à la surface inférieure de ces feuilles des gonflements de forme irrégulière, pendant qu'au point correspondant de leur face supérieure se produisent de petits filaments, derrière lesquels l'insecte, qui est très petit et dont on ne peut suivre les opérations qu'à l'aide d'une bonne loupe, s'enfonce progressivement et finit par disparaître. L'orifice de la galle paraît alors fermé par ces petits filaments, et l'insecte, commodément installé dans sa galle, va y déposer ses œufs (6).

A ce moment, il acquiert un volume considérable, quelquefois monstrueux, prend une couleur jaune orangé ou bistre, puis il remplit la galle de ses petits œufs jaune clair, en nombre qui semble dépendre de la capacité de la galle et qui varie de cinquante à quatre ou cinq cents. Au bout de peu de temps, huit ou quinze jours, les jeunes insectes, qui sont d'une couleur jaune clair, sortent des œufs, s'échappent par l'orifice supérieur de la galle qui n'est jamais hermétiquement fermé, se répandent sur les plus jeunes feuilles et y forment à leur tour des galles où ils donnent naissance à de nouvelles générations qui se succèdent ainsi toute l'année, tant que la vigne végète et produit de nouvelles feuilles. Après la ponte, la femelle du puceron meurt, et la galle qu'elle occupait se dessèche.

C'est vers le milieu du mois de mai qu'on remarque en Amérique les premières galles, et au milieu du mois de juin on en trouve partout abondamment. Au mois d'août la multiplication des insectes est telle, qu'on les voit souvent s'établir non seulement sur les feuilles, mais encore sur les pétioles, les vrilles et les jeunes rameaux, où ils exercent la même action irritante que sur les feuilles,

(1) *Prairie farmer,* 3 novembre et 8 décembre 1866, et *Proc., acad. nat. sci. Philad.*, janvier 1867.

(2) *Pract. ent.,* vol. I, p. 3; vol. II, p. 19 et *Proc. ent. soc. Phil. VI,* p. 283 à 284 (notes).

(3) *Prairie farmer,* 3 août 1866.

(4) Traduit dans le *Messager du Midi.*

(5) *Rural World de Saint-Louis,* 18 et 25 septembre 1871. (Article en date du 28 septembre 1871.)

(6) Nous ne faisons que citer, sans prendre la responsabilité de cette théorie de formation des galles, que nos entomologistes expliquent d'une autre manière.

et produisent des excroissances analogues aux galles, et qui n'en diffèrent qu'en raison de la différence de contexture des tissus. Les galles elles-mêmes présentent quelques différences suivant les cépages sur lesquels on les trouve. Il arrive quelquefois que cette multiplication est tellement prodigieuse que les insectes couvrent la surface entière des feuilles nouvellement formées, et qu'ils n'y trouvent plus assez de place pour pouvoir tous y former des galles ; les feuilles ainsi envahies sont bientôt détruites, elles deviennent brunes et noirâtres, se dessèchent, et le pied de vigne est entièrement dépouillé. Les insectes périssent alors avec les feuilles. Enfin, lorsque la saison est plus avancée, que la vigne a cessé de végéter, les insectes ne trouvant plus de feuilles jeunes et tendres, *qui seules leur conviennent,* errent ça et là pendant quelque temps et disparaissent. Les galles sont alors toutes vides et les quelques pucerons qui s'attardent sur le cep deviennent rouilleux, brunâtres et se dessèchent.

Tel est l'exposé à peu près complet des connaissances qu'on avait en Amérique sur le *Phylloxera* à la fin de l'année 1870 et je dirai presque jusqu'au milieu de l'année 1871. Car, à cette époque, on soupçonnait à peine, dans ce pays, les relations qui pouvaient exister entre cet insecte des feuilles de vigne et celui qui attaque les racines. Les auteurs que nous avons cités, presque tous entomologistes, ne l'étudiaient qu'au point de vue de l'histoire naturelle, et ne s'attachaient guère qu'au point de savoir quel rang on lui assignerait dans l'échelle zoologique, et quel nom on pourrait lui donner. Il serait inutile d'entrer ici dans tous les détails de leurs travaux. Je me bornerai à dire que tout le monde finit par être d'accord pour placer l'insecte dans la famille des Aphidiens ou Pucerons, du genre Hémiptère, et que le nom de *Phylloxera vitifoliæ,* que Fitch lui avait d'abord donné, parut être généralement adopté.

Pendant que ces études se faisaient en Amérique, on signalait, dans le Midi de la France, une maladie nouvelle qui faisait périr les vignes. M. Delorme, vétérinaire et viticulteur à Arles, préoccupé de la mort d'une douzaine de ceps survenue en 1866 dans le vignoble de Saint-Remy, département de Vaucluse, et ayant vu la mortalité faire des progrès en 1867, se décida à signaler la maladie et la décrivit dans une communication à la Société d'agriculture de l'Hérault. L'attention, une fois éveillée sur le nouveau fléau, on ne tarda pas à rattacher à son influence la mort d'une certaine étendue de vignes, et notamment les ravages observés à une époque antérieure, en 1863, au domaine de Penarun près Villeneuve-lès-Avignon. La Société d'agriculture de l'Hérault, ainsi saisie de la

question, nomma une Commission qui visita les vignes atteintes; mais la cause de la mortalité observée resta alors inconnue, et on se contenta d'attribuer ses effets aux influences qu'on a l'habitude d'invoquer lorsqu'on ne trouve rien de précis à quoi on puisse s'arrêter : à la sécheresse, au froid, à la chaleur, à l'épuisement de la plante, ou à un défaut d'équilibre dans les éléments géologiques indispensables à la vigne. Ce ne fut qu'au mois de juillet de l'année 1868 que M. Planchon fit, en compagnie de la Commission de la Société d'agriculture de l'Hérault, la découverte du Phylloxera.

Dans le département de la Gironde, le fléau ne fut étudié d'une manière officielle que plus tard. M. Laliman, qui a été une de ses premières victimes, le signala à la Société d'agriculture au mois de juin 1867. Comme M. Delorme et à la même époque (1866), il avait remarqué quelques ceps mourants ou étiolés dans une dépression du terrain; le mal fit, en 1867, des progrès qui furent également signalés par lui à la même Société. M. le Dr Chaigneau, dont la propriété confine à celle de M. Laliman, constata chez lui les mêmes symptômes dès l'année 1865, mais ils ne furent bien appréciables qu'en 1866. On voit qu'à cette époque le mal ne se manifestait chez nous que par des indices qui n'étaient appréciés que par quelques observateurs bien placés, car les premières communications de M. Laliman à la Société d'agriculture y passèrent inaperçues, et la cause de la maladie resta inconnue dans la Gironde, comme elle l'était d'ailleurs alors dans le Midi; elle n'y fut connue que par la découverte de la Commission de la Société d'agriculture de l'Hérault et par les premières recherches de MM. Planchon et Lichtenstein. Au mois de septembre 1868, quelques observateurs, qui avaient pu se rendre compte de l'aspect du fléau dans le Midi, constatèrent la présence de l'insecte sur les racines des vignes attaquées dans la Gironde, mais elle ne fut constatée d'une manière officielle qu'au printemps de l'année 1869; ce n'est même que le 4 août de cette année que la Société d'agriculture fut saisie de la question par un rapport du président de la Commission de viticulture, M. de Lavergne. Mais, longtemps avant ce rapport, l'attention des viticulteurs girondins était en éveil; le mal avait fait des progrès, et déjà une notable portion des vignes de MM. Laliman et Chaigneau, dont il ne reste plus vestige aujourd'hui, avait péri.

Toutefois la masse des viticulteurs resta indifférente à un fléau qui n'existait que dans un point très limité de notre département, et il ne fut signalé au dehors que lorsque la Commission que la Société des agriculteurs de France avait nommée, pour visiter les vignobles du Midi, se rendant à l'invitation de notre Société d'agriculture,

vint, le 17 juillet 1869, visiter les vignobles girondins et acquit la certitude que le Phylloxera les avait envahis.

Dès lors le fléau était partout connu, de nombreux travailleurs étaient à l'œuvre pour l'étudier. C'est ici le lieu de faire connaître le résultat de leurs travaux.

Lorsqu'on examine les racines d'une vigne envahie par le Phylloxera, on y remarque de petits insectes, de grosseurs différentes, qui paraissent comme une masse molle de forme oblongue, divisée en anneaux et dont la couleur varie du jaune clair au bistre. Lorsqu'on a l'habitude de ces explorations, on les distingue bien vite à l'œil nu, mais les personnes inexpérimentées ou celles qui veulent observer plus aisément doivent être munies d'une loupe ordinaire. On voit alors que ces insectes ont six pattes et deux antennes. Les loupes plus puissantes ou le microscope ne sont nécessaires que pour une étude plus approfondie. On les trouve sur les racines, quelquefois isolés, mais le plus souvent réunis en groupes plus ou moins nombreux, adhérents à l'écorce, sur laquelle ils paraissent immobiles ou ne se livrant qu'à des mouvements très limités.

C'est au printemps, vers le milieu du mois d'avril, que l'on trouve l'insecte sur les racines. Les plus petits et les plus jeunes, qui paraissent passer à l'état vagabond les trois ou quatre premiers jours de leur existence, se fixent bientôt sur les fissures des racines, ou se rangent en file sur les plaies récentes faites aux racines, sur les radicelles et le chevelu, ils y produisent des gonflements très marqués; l'effet de leur piqûre varie; sur les racines adventives, il y a, sous la piqûre, de petits tubercules, c'est comme une légère hypertrophie du tissu, une nodosité de forme plus ou moins irrégulière qui devient flasque et pourrit; sur les grosses racines, l'hypertrophie est plus caractérisée, c'est une nodosité très appréciable d'aspect particulier. Ces nodosités, qui bientôt se désorganisent, laissent après elles une espèce de plaie humide sur laquelle se trouvent souvent groupés les insectes. Ceux-ci disparaissent à la fin de la saison, à une époque plus ou moins avancée; en général, à la fin du mois de novembre et en décembre, on n'en trouve qu'un très petit nombre; l'hiver, on n'en trouve que quelques-uns qui sont dans un état d'engourdissement, et qui attendent ainsi le retour du printemps et de la sève.

En même temps que les insectes, on trouve des œufs dont la couleur jaune clair contraste avec la couleur brune des racines, ce qui permet de les distinguer à l'œil nu aussi facilement que les insectes eux-mêmes; ils sont oblongs et groupés sans ordre en tas irréguliers et paraissent adhérer les uns aux autres, soit par une matière agglutinative, soit à l'aide de filaments imperceptibles.

Je n'ai pas l'intention de traiter ici les questions qui se rattachent à la structure et à la physiologie de cet insecte si petit et cependant si redoutable, et, renvoyant sur ce point aux savants travaux de MM. Planchon, Lichtenstein, Signoret, etc., je me bornerai à dire que le Phylloxera est un insecte de l'ordre des Hémiptères. Ceux-ci sont caractérisés par trois paires de pattes, quatre ailes et surtout par la conformation de leur bouche, qui, destinée à la succion, est constituée par une espèce de gaîne ou bec conique, tubulaire, cylindrique, articulé et appliqué contre la partie inférieure du thorax. C'est à l'aide de ce bec conique et charnu, qui renferme quatre filets excessivement fins et qui naît, chez notre Phylloxera, de la partie inférieure et postérieure de la tête, que ces insectes exercent sur les feuilles, sur les racines, cette succion qui détermine la formation de galles sur les feuilles des vignes américaines et de nodosités analogues aux galles sur les racines et toutes les autres parties de la vigne auxquelles il leur convient de se fixer. C'est par ces filets qu'ils adhèrent aux plaies et aux fissures des racines, quelquefois si fortement qu'ils y restent comme suspendus lorsqu'on vient à les déranger de la place qu'ils occupaient.

Ils appartiennent à la famille des Aphidiens ou Pucerons qui se distinguent des autres familles du même genre, les Cicadaires et les Cochenilles, par le nombre des tarses de leurs pattes, qui sont au nombre de deux, et par la forme de leurs antennes, qui sont filiformes ou sétacées. Tout le monde connaît les mœurs des Pucerons, qui vivent en familles nombreuses sur les feuilles ou les racines des végétaux, sur lesquels ils déterminent, à l'aide de leurs succions, des excroissances et des déformations variées. On sait que leur abdomen est pourvu à son extrémité de deux cornes ou mamelons d'où s'échappent des gouttelettes d'une liqueur transparente et mielleuse dont les fourmis sont très friandes; qu'au printemps ces insectes produisent des petits qui naissent vivants et sont tous femelles et que ce n'est qu'à la fin de la belle saison que des mâles apparaissent; les femelles sont alors ovipares et disparaissent au premier froid, mais les œufs qu'elles ont déposés deviennent au printemps le point de départ de générations nouvelles.

La plus grande partie des détails de ces mœurs s'appliquent aux Phylloxera, mais ceux-ci diffèrent des autres Pucerons par quelques particularités essentielles; d'abord ils ne sont point pourvus de ces organes mellifères visités par les fourmis, et s'ils ressemblent à leurs congénères par leur prodigieuse fécondité et par leur mode de propagation, qui paraît se faire sans le concours des sexes, et par des individus qui sont tous femelles, ils en diffèrent cependant par ce point essentiel qu'ils sont toujours ovipares.

Leur ponte a lieu du mois de mai au mois de septembre, M. Planchon a vu une femelle pondre, du 19 au 21 août, une trentaine d'œufs. En général ces pontes se renouvellent tous les huit jours et sont de trente œufs chacune. Nous avons plus haut indiqué la forme de ces œufs. Ils éclosent au bout de huit ou quinze jours et donnent naissance à des femelles, dans l'abdomen desquelles on distingue trois œufs. Plusieurs observateurs affirment que l'hiver on ne trouve pas d'œufs, nous en avons trouvé dans les derniers jours du mois de novembre.

Comme tous les Hémiptères, les Phylloxera sont polymorphes. Tout le monde connaît les métamorphoses des insectes. On sait que celles-ci sont très incomplètes chez un grand nombre d'insectes, dont les larves ne diffèrent pas beaucoup des nymphes, et celles-ci de l'insecte parfait, et que chez les insectes de la famille des Aphidiens, notamment, beaucoup d'individus restent toujours aptères, ou n'ont que des ailes rudimentaires.

Les métamorphoses du Phylloxera sont aussi très incomplètes et ressemblent, en beaucoup de points, à celles des autres espèces de la famille des Aphidiens, mais elles présentent des particularités remarquables. Presque tous les Phylloxera qu'on observe sur les racines restent toujours aptères, n'offrent pas même d'ailes rudimentaires, ressemblent tout à fait à des larves, et paraissent ne subir que des changements de volume et de couleur. En avançant en âge, ils deviennent plus volumineux et passent du jaune clair au jaune orangé et au bistre. Mais un petit nombre d'entre eux subit une modification, qui consiste en ce qu'ils deviennent tuberculeux, c'est-à-dire qu'on remarque, symétriquement disposés le long des anneaux de leurs corps, des points noirâtres; ce sont ces Phylloxera tuberculeux qui vont constituer les nymphes, qu'on distingue facilement, avec une forte loupe, par des espèces de bourrelets de couleur foncée qui, placés de chaque côté du corps, sont constitués par des fourreaux dans lesquels les ailes sont enfermées. Ces nymphes sont alors très actives et ne restent pas un seul moment en repos; puis, après une dernière mue, elles deviennent insectes parfaits et prennent des ailes qui sont au nombre de quatre, diaphanes, incolores sauf une teinte brune claire au bord extérieur, à veines très fines et peu nombreuses, croisées horizontalement et non en toit comme chez les autres Aphidiens; ces insectes ailés ont environ un millimètre et demi. On distingue des mâles et des femelles. Celles-ci sont beaucoup plus communes que les mâles, qui sont tellement rares que beaucoup d'observateurs n'en ont jamais vu. La différence caractéristique entre les deux repose sur la longueur des ailes, qui sont plus courtes chez

les femelles et mesurent deux fois la longueur du corps et trois fois chez le mâle. Les autres caractères distinctifs, qui reposent sur des différences dans le volume et la conformation de l'abdomen et sur la disposition des veines des ailes, sont peu saisissables. La femelle ailée a dans son abdomen trois œufs que l'on distingue assez bien, surtout lorsqu'on la fait tremper dans l'acide acétique. C'est, en général, du mois de juillet au mois de septembre que ces transformations ont lieu.

Il est important d'observer ici que tous les Phylloxera tuberculeux ne deviennent pas ailés; il n'y en a, au contraire, qu'un petit nombre qui passent à l'état de nymphe et d'insecte parfait, sans qu'on puisse donner une raison bien satisfaisante de cette particularité; on sait seulement que nul individu ne devient ailé sans avoir passé par la phase du tubercule. Une autre observation, également importante, c'est que ces transformations n'ont jamais été observées sur l'insecte à l'état de liberté; ce n'est qu'après l'avoir enfermé dans des flacons, dans des conditions où il pouvait vivre, qu'on a pu les observer, et encore n'a-t-on pu obtenir ainsi qu'un très petit nombre d'individus. Cette métamorphose est donc bien loin d'avoir la fréquence qu'on pourrait croire, d'après une simple énonciation du fait; toutefois il a été observé assez souvent et assez nettement pour être parfaitement établi (1).

J'ajouterai à ce résumé des études faites en France sur le Phylloxera un fait qui mérite une mention toute spéciale, je veux parler de l'existence, sur les feuilles de vignes, de galles produites par cet insecte. La découverte de ces galles, en France, a été faite dans notre département par M. Laliman. C'est ici le lieu de faire connaître que cet agriculteur distingué cultive, depuis près de vingt ans, une grande quantité de vignes américaines, et qu'il a pu réunir, dans son domaine de la Touratte, près Bordeaux, plus de cent quatre-vingts variétés de ces vignes; or, c'est sur ces vignes que M. Laliman a découvert les galles; elles s'y trouvent en abondance; il a pu ainsi les étudier mieux que personne, et c'est aux envois multipliés de feuilles gallifères qu'il a faits à M. Planchon et à d'autres savants, que ces derniers doivent d'avoir pu les connaître et les étudier.

Or, le Phylloxera de ces galles trouvées, *en France,* sur les cépages américains se comporte exactement de la même manière que celui qui, en Amérique, produit aussi des galles; l'aspect de celles-ci est le même dans les deux pays; les cépages sur lesquels on les trouve

(1) M. Faucon qui, par des expériences directes, vient d'observer la migration des Phylloxera d'un pied de vigne à l'autre, a signalé la présence, parmi les insectes migrateurs, de nombreux individus ailés.

de préférence sont les mêmes; comme en Amérique, on en trouve sur les vrilles et les jeunes rameaux. « Dans les derniers échantillons » que vous m'avez envoyés, écrit M. Planchon à M. Laliman, il y en » avait dont les rameaux, et même les vrilles étaient garnis de » galles. » Mais il est important de remarquer ici que lorsque la découverte de ces galles fut annoncée, on ne dit pas sur quels cépages elles avaient été trouvées; on ne crut pas sans doute cette distinction nécessaire, elle était cependant, comme on le verra bientôt, tout à fait indispensable.

Car on ne trouve point de galles sur les feuilles des vignes européennes, et c'est vainement qu'on déploie la plus grande patience à les chercher dans les vignes envahies par le Phylloxera des racines. On peut donc affirmer d'une manière presque absolue que cet insecte ne fait point de galles sur nos cépages. Cependant M. Planchon a affirmé avoir trouvé des galles sur un cépage indigène nommé le *Tinto,* et M. Laliman, à l'occasion de la présente communication, a présenté à la Section une feuille d'un autre cépage indigène, le *Merlot,* dont la surface présentait deux galles rudimentaires.

J'observerai à ce sujet que la découverte de M. Planchon a été faite dans une visite que la Commission de la Société des agriculteurs de France a faite à Sorgues. Notre collègue, M. de Lavergne, faisait partie de cette Commission, et il affirme (1) que cette découverte a passé complètement inaperçue, et que M. Planchon n'en a fait l'objet d'aucune communication à la Commission; sans infirmer la réalité de cette découverte, ce silence prouve ou que M. Planchon ne lui a pas, tout d'abord, donné l'importance qu'elle méritait, ou que cette importance lui a été plus tard révélée par la découverte des galles sur les cépages américains de M. Laliman et les envois de feuilles gallifères que ce dernier lui a faits vers la même époque. Quant aux galles développées sur les feuilles du *Merlot* chez M. Laliman, je dirai que les branches de ce cep se trouvaient dans des conditions toutes particulières; elles étaient entrelacées avec celles d'un *Clinton,* abondamment pourvu de *Phylloxera gallicoles.* On comprend que dans cette situation quelques-uns de ces insectes aient pu produire quelques galles sur les feuilles d'un cépage qu'ils n'auraient probablement pas attaqué s'il avait été isolé.

Il résulte de ces considérations que l'existence des galles sur les feuilles de nos cépages est un fait tout à fait exceptionnel, et lorsqu'on lui compare la production en si grande abondance de galles sur les feuilles des cépages américains, on est forcé de con-

(1) Rapport sur un Mémoire de M. Laliman, *Journal d'agriculture et d'horticulture de la Gironde,* 25 novembre 1871.

clure que, pour des raisons que nous ne pouvons apprécier ici, les feuilles de nos cépages ne conviennent pas au Phylloxera.

Quoi qu'il en soit, il est aujourd'hui démontré que le Phylloxera des galles est le même que celui des racines : « L'identité du » Phylloxera des galles et de celui des racines, écrivent MM. Plan- » chon et Lichtenstein à M. Laliman, est pour nous un fait incon- » testable; grâce aux galles des feuilles que vous nous avez » envoyées et qui fourmillaient d'insectes vivants, nous avons, » comme vous, élevé l'insecte des feuilles sur des racines absolument » vierges de Phylloxera. Ces insectes se sont développés par cen- » taines sur des racines fraîches; ils s'y présentent avec des formes » absolument identiques à celles du Phylloxera souterrain. C'est la » même espèce, dont les individus vivent alternativement à l'air et » sous terre. »

D'après la citation qui précède, on voit que les expériences qui y sont relatées avaient été faites chez nous par M. Laliman; elles ont été répétées, avec le même résultat, par un grand nombre d'observateurs. Cette identité, dont un examen même superficiel suggère bientôt l'idée, est d'ailleurs confirmée par la ressemblance absolue des Phylloxera nés d'œufs trouvés dans les galles avee ceux sortis des œufs qu'on trouve sur les racines. Les femelles adultes sont aussi tout à fait semblables. Les femelles aptères des galles sont, il est vrai, plus volumineuses que celles des racines; elles sont plus fécondes et leurs œufs sont un peu moins gros. Les jeunes Phylloxera des feuilles paraissent plus petits que ceux des racines, il faut une loupe plus forte pour les bien distinguer; ils sont plus agiles et semblent fuir plus volontiers lorsqu'on sépare les feuilles où ils sont établis ou qu'on les enferme dans des flacons, et n'ont pas l'aspect inerte de beaucoup de Phylloxera des racines, que l'on peut emporter et retrouver longtemps à la même place. Mais ces différences, qui dépendent évidemment de la différence du milieu habité par ces insectes, sont tout à fait insignifiantes et ne peuvent infirmer les expériences qui prouvent leur identité.

Pour terminer l'histoire des études faites en France sur le Phylloxera, je me bornerai à ajouter quelques mots sur ses effets, son mode de propagation et ses ravages. Lorsque le Phylloxera s'est établi depuis peu de temps dans un vignoble, on y remarque, sur un point isolé, quelques ceps morts; autour de ceux-ci, d'autres ceps ne présentent qu'une végétation languissante, leurs rameaux sont courts, leurs feuilles rapetissées conservent pendant quelque temps leur couleur normale, mais quelques-unes prennent une teinte rouge et lorsque le cep est près de sa fin, elles deviennent jaunes, se

dessèchent et tombent. Cet aspect particulier frappe surtout le regard, lorsque le foyer d'invasion est situé dans une vigne jeune et vigoureuse. Ces effets se produisent assez lentement; quelquefois un cep attaqué parvient à porter quelques fruits, misérables il est vrai et d'une maturité imparfaite, mais qu'on peut cependant recueillir; d'autres fois les fruits avortent ou restent aigres, se dessèchent et tombent. Les ceps dont l'existence s'est prolongée jusqu'à l'hiver sont achevés souvent par le froid, et ceux qui parviennent, au printemps suivant, à faire acte de vitalité ne produisent que quelques misérables rameaux et succombent à une époque plus ou moins avancée de l'année, achevés par les attaques incessantes de leurs ennemis ou par la chaleur à laquelle ils ne peuvent résister. Le mal s'étend ainsi autour du point de départ, non point en cercle régulier, mais en divers sens, d'une façon inégale, comme une tache d'huile. En même temps, de nouveaux points d'attaque se déclarent dans le même vignoble ou dans les vignobles voisins, à une distance plus ou moins grande du point de départ. Le fléau fait ainsi des progrès incessants.

Nous avons déjà dit dans quel état se trouvaient les racines phylloxerées. Il est important de remarquer que c'est vainement que l'on cherche l'insecte sur les ceps morts; sur les ceps mourants, on n'en trouve qu'un petit nombre et d'autant moins qu'ils sont plus près de leur fin. Ce qui prouve que le Phylloxera ne s'établit sur la vigne que pour vivre à ses dépens et l'abandonne dès qu'elle ne peut plus lui fournir les sucs abondants qu'il recherche; c'est donc sur les pieds vigoureux d'aspect et voisins des pieds morts ou mourants qu'on peut les trouver en abondance, et lorsque le foyer d'invasion n'est pas très étendu, on ne peut dépasser dans ces recherches un certain rayon; nous avons remarqué que souvent, au delà de six ou sept mètres du point central, on ne trouve plus que des ceps intacts.

Quant au mode de propagation de l'insecte, c'est un point qui demande, pour être complètement éclairci, des observations nouvelles. On admet généralement qu'il se propage de proche en proche en passant d'un pied de vigne à l'autre par la surface du sol ou par les fissures de la terre (1). Il est plus difficile d'admettre que cette transmission puisse se faire en passant d'une racine à l'autre ou au travers du sol. Quant à la propagation à distance, elle ne peut s'expliquer que par l'insecte ailé qui, soit par lui-même, soit par l'action du vent, se transporte à des distances plus ou moins considérables.

(1) Voir la note de la page 636.

Je ne dirai qu'un mot de ses ravages. On sait qu'ils sont considérables. Mais il y a une remarque importante à faire quant à la rapidité de son action, qui est beaucoup moindre dans la Gironde que dans le Midi, où il a détruit, dès les premières années de son apparition, près de six mille hectares de vigne, tandis que dans le même temps il détruisait chez nous cinquante hectares à peine. Il y a plus, c'est que les premières vignes attaquées dans notre département ont été détruites plus rapidement que celles qui ont été atteintes ultérieurement, et la maladie semble aujourd'hui y faire des progrès plus lents. Toutefois la gravité du fléau ressort de ce fait que, dans les vignobles envahis, il a suivi une marche constamment progressive, et que le nombre des vignobles envahis a pris depuis cette année une augmentation inquiétante. La maladie semble donc chez nous gagner en extension ce qu'elle perd en intensité.

Tel est le résumé des études faites en France sur le Phylloxera, pendant qu'en Amérique on ne s'en occupait encore qu'au point de vue scientifique et qu'on n'en savait guère que ce que j'ai indiqué plus haut. Ce ne fut que lorsqu'on connut le résultat de ces études que les recherches prirent dans ce pays une nouvelle activité, et ce fut à la fin de l'année 1870 que le Dr Riley publia un article, traduit dans le *Messager du Midi,* où il démontrait que le Phylloxera gallicole, seul observé jusqu'alors dans son pays, au lieu de disparaître à la fin de la saison, comme on l'avait cru d'abord, se réfugiait sur les racines pour y passer l'hiver. Mais cette observation ne fut connue en Amérique que d'un petit nombre de personnes, et j'ai des raisons de croire que le Dr Riley n'y attacha pas toute l'importance qu'elle méritait et n'en tira pas toutes les conséquences qu'une connaissance plus complète de ce qui se passait alors en France aurait pu lui suggérer. Ce qui le prouve, c'est que, dans ce même article, il conseillait aux viticulteurs américains d'arracher les cépages dont les feuilles étaient couvertes de galles et de les remplacer par ceux sur les feuilles desquels on n'en trouve pas, parce qu'il s'imaginait alors que les vignes n'avaient de Phylloxera aux racines qu'autant qu'elles en avaient aux feuilles; erreur qu'il n'a reconnue que l'année suivante, comme nous le verrons bientôt. Ce qui le fait encore supposer, c'est que ce n'est qu'après un voyage que cet observateur fit en France au mois de mai 1871 et après s'être mis en rapport avec MM. Planchon et Lichtenstein, que, profitant des études faites en France et des renseignements qu'il y avait recueillis, il publia, à son retour en Amérique, à la date du 28 septembre 1871, un nouvel article qui jeta sur la question du Phylloxera, en Amérique, un jour tout nouveau et dans lequel, reconnaissant la priorité

des études faites en France, il rectifia les erreurs qu'il avait commises dans son article de l'année 1870.

Il nous paraît indispensable d'établir ces deux derniers points d'une manière indiscutable, par des citations empruntées à l'article du Dr Riley lui-même. « Le type du Phylloxera gallicole, dit-il, a été » connu en 1856, mais celui des racines étant moins apparent est » resté inconnu chez nous jusqu'à l'année dernière. C'est ainsi, » ajoute-t-il, que le puceron des racines était connu et étudié à » l'étranger, avant même que nous ayons soupçonné sa présence dans » notre pays. » Il ajoutait encore, rectifiant ainsi l'erreur que nous avons signalée : « L'année dernière, me fondant sur la connaissance » que nous avions de cet insecte chez nous, je recommandai la » destruction des vignes de Clinton... Je donnai ce conseil dans la » pensée qu'en agissant ainsi on se débarrasserait des galles. Je ne » l'avais donné cependant que dans la conviction où j'étais que le » Phylloxera n'attaquait que les racines des ceps dont les feuilles » étaient couvertes de galles, tandis qu'en réalité les racines des » vignes qui ont de nombreuses galles sont seulement moins infestées » que celles des vignes où elles sont rares, et que certains ceps » peuvent être complètement détruits par le puceron des racines, » quoiqu'ils n'aient pas une seule galle aux feuilles. » Il reste donc établi que l'histoire du Phylloxera en Amérique a eu deux phases bien distinctes, et que c'est de la visite du Dr Riley aux vignes du Midi de la France, au mois de juin 1871, que date, dans ce pays, l'acquisition de connaissances un peu précises sur le Phylloxera.

Une fois fixés sur les points où ils devaient porter leurs recherches, les Américains constatèrent que le Phylloxera existait chez eux sur les racines de toutes les vignes indigènes et étrangères. Cette découverte donna l'explication de plusieurs circonstances qui étaient restées jusqu'alors inexplicables. C'est ainsi qu'on n'avait pu expliquer pourquoi les vignes européennes n'avaient jamais pu s'acclimater en Amérique; on avait attribué le dépérissement qui les avait atteintes et qui avait fait renoncer à leur culture aux influences climatériques, et cependant, selon l'observation du Dr Riley, le climat de la partie de l'Amérique où ces vignes ont péri, est le même que celui de leur pays; les vignes américaines, d'autre part, prospèrent très bien en France, et le climat de l'Amérique n'a point changé depuis cinquante ans. Les vignes européennes ont donc succombé à la cause, jusqu'à ce jour ignorée, qui fait périr ces mêmes vignes partout où on les cultive, en Amérique comme en France. La même observation fut faite au sujet de certains cépages indigènes, et en particulier du *Catawba,* du genre *Labrusca*. Ce cépage était préféré par les viticul-

teurs américains, et cependant on avait été obligé d'en abandonner la culture dans un grand nombre de points de la vallée est du Mississipi. Certains vignobles, situés dans la vallée ouest du même fleuve, et même au Canada, et entièrement composés de Catawba, qui étaient florissants en 1861, avaient péri en 1866, sans qu'on pût soupçonner la cause de leur mort; les personnes qui les avaient observés alors, se rappelaient seulement que les racines de ces vignes avaient présenté des nodosités, des espèces de caries et avaient fini par pourrir. En voyant les racines de ces mêmes cépages couvertes de Phylloxera, et en apprenant que dans plusieurs autres points ils étaient en voie de rapide décadence, on fut obligé de conclure qu'ils avaient succombé aux attaques du même insecte qui les attaquait encore. « C'est ainsi, dit le Dr Riley, que grâce à ces révélations » on peut donner la véritable explication de pertes dont la cause » avait été jusqu'à ce jour enveloppée de mystère. »

Une fois engagées dans cette voie, les recherches furent poursuivies, et on arriva à conclure qu'aucune des vignes cultivées en Amérique n'est à l'abri des attaques du Phylloxera *des racines;* que les vignes qui y sont le plus sujettes sont, en première ligne, les vignes d'origine européenne et leurs hybrides, et ensuite certaines variétés de vignes indigènes du genre Labrusca, et principalement le Catawba. Quant à la susceptibilité des vignes américaines, au point de vue du Phylloxera *des galles,* on constata que les vignes du genre Cordifolia, et principalement le Clinton, sont celles que le Puceron des galles préfère; que les cépages sur lesquels on en trouve le moins sont ces mêmes Labrusca, dont les racines sont, par contre, fortement attaquées, et enfin qu'on n'en a jamais pu trouver sur les vignes d'Europe, qui sont, de toutes celles qu'on cultive en Amérique, celles dont les racines sont le plus attaquées. Il résulta ainsi de ces observations une espèce de loi, qui consiste en ce que les vignes qui n'ont pas de galles, ou qui en ont le moins, sont celles qui ont le plus de Phylloxera aux racines, et réciproquement.

La comparaison que le Dr Riley avait pu faire des insectes des deux pays, l'amena à établir la complète identité du Phylloxera d'Europe et de celui d'Amérique. Il avait rapporté des spécimens ailés, provenant de Phylloxera pris sur les racines de nos vignes; la comparaison qu'il en fit avec d'autres spécimens, également ailés, provenant de Phylloxera pris sur les racines des vignes américaines, ne laissa plus aucun doute à cet égard. Les observations personnelles qu'il avait d'ailleurs faites en France, l'amenèrent à conclure que les insectes sont les mêmes dans les deux pays et ne diffèrent par aucun détail *si minutieux qu'il soit de leur existence.*

C'est ainsi qu'il put répéter les expériences faites en France pour constater l'identité du Phylloxera des galles et de celui des racines; qu'il obtint sans difficultés des insectes ailés mâles et femelles avec le Phylloxera des racines; mais, en Amérique comme en France, ces spécimens ailés ne purent être observés que dans des flacons. Mais on chercha vainement à obtenir l'insecte ailé avec le Phylloxera des galles. On ne trouve, en Amérique, dans les galles, ni nymphes, ni insectes ailés. Le Dr Shimer affirme, cependant, en avoir obtenu un. Mais le fait paraît tellement insolite au Dr Riley, qu'il incline à penser que l'individu qui a fait le sujet de l'observation du Dr Shimer pouvait bien être un Phylloxera des racines, qui s'était par hasard faufilé dans une galle; quoi qu'il en soit, cela nous amène à remarquer qu'en France personne n'a observé d'insecte ailé provenant de l'insecte gallicole. Le Phylloxera des galles reste donc à l'état de larve et ne subit aucune des métamorphoses qu'on observe sur le Phylloxera radicicole.

L'identité du Phylloxera d'Amérique et de celui de la France est donc absolue. Au premier abord, une différence profonde semblait les distinguer. En Amérique, le Phylloxera paraissait n'attaquer que les feuilles; en France, que les racines; mais une étude plus complète de la question a bientôt fait voir que ces différences, qui tenaient uniquement à la prédominance de tels ou tels cépages dans la composition des vignobles des deux pays, n'étaient qu'apparentes et s'effaçaient devant ce fait : que le Phylloxera se comporte, en Amérique, à l'égard de nos cépages, comme il le fait chez nous, et qu'en France les cépages américains sont attaqués exactement de la même manière qu'en Amérique.

Mais s'il est vrai qu'aucun cépage américain n'est à l'abri des attaques du Phylloxera des racines, et que quelques-uns même périssent comme nos propres cépages, il faut cependant reconnaître qu'ils résistent, en général, mieux que les nôtres. La principale raison, selon nous, de cette différence provient de la vigueur exceptionnelle des vignes américaines, très rustiques, encore sauvages pour la plupart, et qui, placées dans les terrains riches qui n'ont pas été, comme les nôtres, épuisés par des cultures incessantes, produisent des racines puissantes, nombreuses et profondément enfoncées dans le sol. Le Phylloxera ne peut pas toujours les atteindre, ni les envahir complètement. Il est d'ailleurs évident qu'il faut un bien plus grand nombre d'insectes, et, à ceux-ci beaucoup plus de temps pour faire périr de pareilles vignes que pour détruire les nôtres, dont les racines sont plus superficielles, moins nombreuses et plus grêles. Ce qui le prouve, c'est qu'en France les vignes pla-

cées dans les mêmes conditions, tels que les muscats et autres cépages en treilles, ont résisté davantage que les autres et à tel point que quelques personnes les ont considérées, un moment, comme indemnes et les ont recommandées comme porte-greffes. Il en est de même de nos vignes à l'état sauvage.

Le Dr Riley, convaincu de l'origine américaine du Phylloxera, et s'inspirant des idées de Darwin, pense que la résistance des vignes américaines provient aussi de ce que les espèces aujourd'hui existantes sont celles qui ont le mieux soutenu la lutte que tous les êtres se livrent sur la terre pour y conserver leur place. Elles sont mieux adaptées aux conditions dans lesquelles elles doivent vivre et peuvent, grâce à leur nature plus robuste, résister aux attaques des insectes et reproduire plus facilement l'écorce de leurs racines attaquées par leurs piqûres, tandis que les vignes d'Europe, d'une nature plus délicate et plus perfectionnée, succombent plus facilement à une maladie à laquelle elles ne sont pas habituées, comme succombent, à certaines maladies virulentes qui sont comparativement inoffensives pour les populations chez lesquelles elles sont endémiques, les populations que ces maladies visitent pour la première fois.

Enfin, il existe, en Amérique, un grand nombre de petits insectes qui dévorent le Phylloxera. Ils s'y montrent principalement au mois d'août, au moment de la plus grande multiplication des Phylloxera, et ils en font un grand carnage. S'il est vrai, comme nous espérons le démontrer bientôt, que le Phylloxera est d'importation américaine, il a dû arriver en France sans les ennemis qui le combattent en Amérique; son action destructive s'exerce donc, chez nous, sans contrôle.

Enfin, le fléau ne se montre en France que par points isolés et exclusivement sur les racines; la difficulté de propagation du Phylloxera d'un pied de vigne à l'autre rend son action plus destructive, parce qu'elle s'épuise sur les pieds primitivement attaqués, tandis qu'en Amérique, le mal étant plus général, feuilles et racines sont attaquées en même temps; l'insecte peut plus facilement satisfaire aux lois de sa multiplication, et son influence pernicieuse s'atténue en se divisant. Ces différences dans l'intensité du fléau dans les deux pays s'expliquent donc parfaitement et ne détruisent en rien les ressemblances que nous avons signalées dans sa marche. Les détails dans lesquels nous sommes entré pour les justifier, rapprochés de ce fait que le Phylloxera a été connu et étudié en Amérique, où on le considère comme appartenant à la faune de ce pays, longtemps avant qu'on en fît mention en France, où aucun

entomologiste, pas même ceux qui, comme M. Signoret, s'occupent spécialement des Hémiptères, ne l'a signalé, nous permettent de conclure que cet insecte nous est venu d'Amérique et qu'il a été introduit en France très probablement par l'intermédiaire de plants enracinés ou de boutures qui nous sont venus, à diverses époques, de ce pays. Il est très naturel d'admettre la probabilité et même la facilité d'un pareil transport, lorsqu'on songe à la résistance vraiment prodigieuse de ce petit insecte, qu'on a pu laisser impunément au soleil par des chaleurs presque sénégaliennes ; qui a pu vivre et même se reproduire pendant plus de six mois, sur la même parcelle de vigne presque desséchée, dans des flacons bouchés à l'émeri ; rester exposé au froid le plus rigoureux et vivre treize jours sous l'eau. Un petit nombre de ces insectes a donc pu traverser les mers, blotti dans les fissures des racines ou de l'écorce des plants envoyés. Leur mode de reproduction et leur fécondité permettraient, à la rigueur, d'admettre qu'un seul individu a pu suffire à sa propagation dans nos vignes.

Cette manière de voir est confirmée par ce fait que M. Planchon a pu suivre le développement et la marche de l'invasion dans le Midi, et en placer le point de départ en un point voisin de Tarascon, où les frères Audebert avaient établi une pépinière de plantes américaines. Mais le fait le plus saisissant a été observé dans la Gironde, où le mal s'est déclaré précisément en un point où existait une pépinière de vignes américaines. Sans doute, on se rend compte de la propagation à distance par l'insecte ailé ; et quoique celui-ci ne soit pas précisément conformé pour traverser de grands espaces, on admet cependant qu'aidé par le vent, qui transporte souvent des graines plus lourdes que le Phylloxera à des hauteurs et des distances presque incroyables, il peut être porté à des distances très considérables ; mais si grandes qu'on les suppose, on éprouve quelque peine à admettre qu'il ait pu se transporter ainsi, sans intermédiaire, dans notre département, à plus de cent cinquante lieues de son point de départ. Aussi, lorsqu'on a pu constater la présence du Phylloxera dans nos vignobles, le fait a paru tout d'abord complètement inexplicable. Il ne peut s'expliquer, selon moi, que par la présence de vignes américaines précisément dans le point primitivement attaqué, et les vignes de la Gironde comme celles du Midi ont été contaminées par ce voisinage.

Cette opinion est aussi celle de MM. Planchon et Lichtenstein, qui blâment l'introduction des cépages américains, « parce que, en » échange d'avantages souvent problématiques, ils peuvent devenir » le point de départ de véritables calamités publiques. » C'est celle

du Dr Riley qui dit : « Nous pensons que notre puceron de vigne » a été importé en Europe très probablement dans les dix dernières » années, de la même manière que notre puceron de pommier » *(Eriosoma laniger)* y fut importé vers la fin du siècle dernier. » — « Rien n'est plus naturel, ajoute-t-il, que son introduction à » Bordeaux, où M. Laliman a, depuis plusieurs années, cultivé et » étudié avec persévérance nos différents cépages. »

Cette question de l'origine américaine du Phylloxera, qui offre un certain intérêt au point de vue scientifique, en offrirait beaucoup moins au point de vue pratique, si on n'avait, dans ces derniers temps, fait grand bruit d'une prétendue immunité de certains cépages américains et de l'urgente nécessité de les faire venir d'Amérique pour remplacer les nôtres ou leur servir de porte-greffes.

Mais s'il est vrai que, pas plus en France qu'en Amérique, aucun cépage américain n'est à l'abri des attaques du Phylloxera ; s'il est vrai qu'un certain nombre d'entre eux y ont péri comme nos propres cépages ; si, enfin, il est infiniment probable que nous devons à l'importation de plants américains l'invasion du fléau dans nos contrées, il est tout naturel de conclure que ces cépages doivent être proscrits.

Mais telle n'est pas l'opinion de tous, et dans la Gironde, où il semble qu'on devrait avoir, plus qu'ailleurs, de bonnes raisons de se méfier d'eux, un agriculteur, M. Laliman, préconise la culture de certains cépages américains, parce que, parmi ceux qu'il cultive, il en a remarqué un petit nombre qui, depuis plusieurs années, ont résisté au milieu d'autres vignes indigènes ou étrangères qui ont succombé.

M. Laliman avait d'abord pensé que dans le cas où le Phylloxera poursuivrait ses ravages sans être efficacement combattu, on pourrait remplacer les cépages détruits par certaines variétés de vignes américaines, que la culture aurait d'ailleurs pu perfectionner et qui auraient pu produire des vins potables, presque aussi agréables que ceux de certains cépages indigènes, et dépourvus du goût particulier et quelquefois nauséabond que possèdent les vins de la plupart des cépages américains. Mais il n'a pas insisté sur cette manière de voir, dans la crainte de la voir immédiatement repoussée dans un pays qui emprunte à l'originalité des cépages qu'il cultive la qualité et la renommée universelle de ses vins. Il s'est donc contenté de les préconiser comme porte-greffes, destinés à conserver nos cépages les plus précieux. Il lui paraît évident « que s'il existe des vignes dont » les racines, *attaquées ou non* par le Puceron, bravent le venin de

» l'insecte et peuvent continuer à donner des fruits et des pampres » vivaces, il y a dans ce fait providentiel un moyen de sauver nos » espèces les plus précieuses en les greffant dessus. »

D'autre part, M. Planchon, dont nous avons cependant cité l'opinion contraire à l'importation de cépages étrangers, écrit (1) : « Rien n'est mieux indiqué que de tenter, comme renouvellement » des vignobles dans les pays dévastés par le *Phylloxera vastatrix*, » l'importation et les plantations des cépages américains, tout comme » il paraîtrait logique, si nos plants d'Europe ne réussissaient pas en » Amérique, d'essayer de les greffer sur les vignes du pays.» «Bien » que, ajoute-t-il, pas un cépage américain ne soit absolument à » l'abri des atteintes de l'insecte, on peut conclure, d'après Riley, » que quelques cépages résistent au Phylloxera. C'est là un » point important qui donne un grand appui aux espérances de » MM. G. Bazille et Laliman sur la préservation de nos cépages » par leur greffage sur les cépages américains plus ou moins réfrac- » taires à l'invasion. »

Enfin, sur la proposition de quelques-uns de ses membres, le Conseil général de l'Hérault vient d'adopter une proposition par laquelle, acceptant ces idées, il sollicite l'intervention de l'État et demande que celui-ci mette les navires de sa flotte au service des viticulteurs menacés, en transportant d'énormes quantités de plants de vignes américaines.

Devant ces affirmations, la question prend une importance telle qu'il devient indispensable de l'examiner. Rappelons donc qu'on n'a trouvé, en Amérique, aucun cépage qui soit à l'abri des attaques du Puceron des racines; qu'un certain nombre de ces cépages, et notamment les Catawba, du genre Labrusca, y périssent comme nos propres cépages; qu'il en a été de même en France, et que sur cent quatre-vingts variétés, M. Laliman n'a pu en conserver que quatre ou cinq. Or, sur ces cinq spécimens, M. Laliman lui-même en retranche deux ou trois, sur lesquels il n'ose pas se prononcer et qu'il laisse, dit-il, à l'étude, parce que l'expérience lui a appris que quelques autres cépages, qu'il avait d'abord considérés comme indemnes, avaient fini par succomber à leur tour. Il n'en reste donc que deux ou trois, qui appartiennent aux variétés qui ont des galles aux feuilles. M. Laliman les considère comme indemnes, parce que, selon lui, les cépages gallifères attirent sur leurs feuilles le Phylloxera des racines des autres cépages, les en débarrassent et servent de *dérivatifs*.

(1) *Journal de viticulture pratique*, 10 janvier 1872.

Mais la résistance plus ou moins prolongée d'un cépage ne prouve pas qu'il soit absolument indemne ; car s'il ne succombe pas aujourd'hui, il succombera demain ; c'est ce que M. Laliman a observé lui-même ; c'est ce qu'on a vu sur les Muscats, qu'on avait recommandés aussi comme porte-greffes. Un cépage, d'ailleurs, peut résister un moment dans un pays et périr dans un autre, et on ne peut guère déclarer indemne chez nous un cépage que les Américains déclarent attaqué chez eux.

C'est aussi une erreur, selon nous considérable, de considérer les cépages à galles comme indemnes, et surtout de croire qu'ils peuvent attirer vers eux les Phylloxera qui attaquent les racines des cépages voisins. Il est certain que les feuilles de certains cépages conviennent à ces insectes, que celles de certains autres leur déplaisent, tandis que les racines de ces derniers leur conviennent parfaitement. Dans ces conditions, ils s'établissent sur les feuilles des uns et les racines des autres, où ils peuvent également satisfaire à la loi de leur multiplication ; les racines des cépages à galles sont alors préservées, ainsi que les feuilles des autres ; mais si on vient à placer un cépage à galles à côté d'un cépage européen non encore attaqué, le Phylloxera des galles pourra bien s'établir sur les racines de celui-ci, qui lui conviennent tout autant que les feuilles de l'autre. Loin donc de pouvoir être considérés comme des dérivatifs, les cépages à galles jouent, au contraire, dans ce cas, le rôle de propagateurs contagieux, et ne guérissent pas plus leurs voisins qu'on ne guérit un malade d'un mal contagieux qu'il a aux jambes en l'inoculant au visage d'un membre de sa famille. Remarquons d'ailleurs que les cépages gallifères sont aussi attaqués, quoique à un moindre degré que les autres, par le Phylloxera radicicole.

Il n'y a donc pas de cépages absolument indemnes, et M. Laliman lui-même est obligé de reconnaître qu'il attache une bien plus grande importance à la résistance des cépages au Phylloxera qu'à leur complète immunité, et il considère comme indemne « tout » cépage, attaqué ou non par les pucerons qui, bravant le venin de » l'insecte, peut continuer à produire des pampres vivaces et des » fruits. » M. Planchon, de même que le Conseil général de l'Hérault, ne réclame d'ailleurs l'importation que de cépages plus ou moins réfractaires aux attaques des insectes.

Admettons un moment, ce que nous contestons d'ailleurs, que ces cépages sont réellement réfractaires ; examinons si leur importation est aussi facile qu'on paraît le croire. Il existe dans l'ampélographie américaine presque autant de confusion que dans la nôtre. Asa Fitch est, de tous les ampélographes américains, celui dont la classification

renferme le moins grand nombre de genres ; d'autres les ont multipliés ; il en est résulté une confusion, qui s'est accrue par suite de la très grande tendance que la vigne présente, surtout en Amérique, à donner naissance à des variétés nouvelles. Je pourrais en citer de nombreux exemples. Je me bornerai à dire que M. Laliman lui-même ne connaît pas le nom du cépage qui lui a offert les caractères les plus tranchés des cépages indemnes. « C'est un cépage, dit-il, » dont le nom est perdu, mais que notre savant botaniste, M. Charles » Des Moulins, croit être un Cordifolia. Serait-ce, ajoute-t-il, le » Summer-grape de Riley? »

On court donc le risque, lorsqu'on veut faire venir d'Amérique des cépages indemnes ou réfractaires, d'en recevoir qui ne le sont pas. C'est précisément ce qui est arrivé dans des circonstances qui méritent d'être rapportées. Nous avons dit plus haut que, par suite d'une connaissance encore incomplète des mœurs du Phylloxera, les Américains s'étaient un moment imaginé que les cépages gallifères étaient les seuls qui pouvaient être attaqués par le Phylloxera radicicole ; ils avaient été ainsi amenés à considérer comme indemnes tous les cépages qui n'avaient pas de galles ; les Labrusca étaient de ce nombre. Cette erreur fut partagée en France par ceux qui se tenaient au courant des publications faites en Amérique sur le Phylloxera ; M. Planchon était, je crois, de ce nombre. On se mit donc à solliciter le ministre de l'agriculture et du commerce, qui donna des ordres pour faire venir des Labrusca. Ces plants n'étaient pas encore arrivés que, mieux instruits, les Américains reconnurent que, loin d'être indemnes, ces vignes étaient, de toutes les vignes américaines, celles qui étaient le plus attaquées par le Phylloxera des racines, au point que quelques variétés de ce genre, le Catawba par exemple, périssaient comme les vignes européennes elles-mêmes.

M. Laliman lui-même, qui avait vu périr chez lui plus de 500 pieds de Catawba et d'Isabelle, principaux types du genre Labrusca, signalait au ministre l'erreur dans laquelle il était tombé, en se faisant ainsi le propagateur inconscient d'un fléau dont le prix de 20,000 francs, institué par lui, devait récompenser la destruction. Il est vrai que, pour réparer cette erreur, M. Laliman conseillait en même temps au ministre de faire venir ce Cordifolia, dont il ne sait pas le nom, mais dont il envoyait la gravure, « afin, dit-il, que l'inspection prime le » nom trop souvent douteux, » en attendant sans doute qu'un troisième recommande les Æstivalis, avec les mêmes chances de confusion.

Mais supposons un moment qu'il soit facile de bien définir les cépages réfractaires ; supposons, ce qui est douteux, qu'on puisse en

envoyer en quantité suffisante pour satisfaire aux demandes; supposons enfin qu'on ne tienne aucun compte de la dépense, qui vaut cependant la peine d'être prise en considération, puisque les spécimens envoyés aujourd'hui par les pépiniéristes américains coûtent le prix raisonnable de 1 fr. 50 c., qui serait bientôt rendu exorbitant par l'activité de la demande; faudra-t-il les substituer entièrement à nos cépages ou ne les utiliser que comme sujets à greffe ? Nous avons déjà dit que, pour la Gironde, la première alternative est inadmissible. Mais on comprend que, pour les départements du Midi, où le vin n'est qu'une *boisson,* on puisse admettre la substitution des cépages de l'Amérique à ceux du pays.

Nous ne pensons pas que cette substitution soit possible. Un très grand nombre de cépages américains n'ont, en effet, aucune valeur agricole; quelques-uns sont dioïques; d'autres ne produisent qu'une très grande abondance de sarments sans fruits, ou pourvus seulement de quelques rares baies isolées; quelques autres produisent des fruits réunis en grappes rondes, sur lesquelles quelques grains de volume normal dominent une multitude d'autres restés plus petits, par suite d'avortement, et enfin, un très petit nombre produisent des grappes souvent très nombreuses et semblables à celles de nos vignes; or, ce sont précisément ces derniers qui sont le plus susceptibles de contracter le Phylloxera, tandis qu'au contraire ceux qui résistent sont ceux dont la vigueur exceptionnelle accuse une nature plus sauvage et qui, sous ce rapport, ressemblent à nos propres cépages, qui, venus dans nos haies, ont résisté aux attaques de l'insecte qui détruisait près d'eux les vignes cultivées.

On voit donc que, dans le Midi comme dans la Gironde, les cépages américains ne peuvent être recommandés que comme sujets à greffe. Mais cette opération du greffage n'est pas une opération si facile et si exécutable que semblent le penser ceux qui la conseillent. Pour qu'un sujet à greffe puisse être utilisé, il doit avoir un certain âge; il faudra donc cultiver des cépages américains pendant un certain nombre d'années et, à côté d'eux, les cépages indigènes à greffer; l'opération de la greffe est une opération des plus dispendieuses, à laquelle les viticulteurs ont d'ailleurs déjà renoncé, parce qu'elle donne pour résultat des ceps qui viennent plus lentement, produisent plus tard des fruits, et surtout restent toujours peu productifs, et ils préfèrent aujourd'hui, lorsqu'ils veulent modifier d'emblée leur encépagement, arracher leur vigne et la replanter. Sans entrer dans des détails qui me mèneraient trop loin, je dirai donc que les viticulteurs reculeront certainement devant une opération qui les engagera dans des mises de fonds qui pourront achever leur ruine,

et qui, d'ailleurs, est loin de leur offrir des garanties certaines de succès. Est-on certain, en effet, que des vignes dont les racines, après tout, ne sont pas entièrement à l'abri des atteintes du Phylloxera, qui seront placées à côté d'autres vignes malades et dans des terrains probablement remplis de Phylloxera, continueront à y résister? Nous avons dit que cette résistance provenait de la vigueur plus grande de ces vignes, du nombre, de la grosseur et de la profondeur de leurs racines, de la richesse du sol vierge où elles croissent : qui peut répondre que, placées dans un milieu cultural différent, elles ne finissent par acquérir la susceptibilité de celles qu'elles remplaceront? et ne se trouvera-t-on pas alors dans la situation du marquis de Rudolfi qui, pour échapper aux atteintes de l'oïdium, avait greffé des quantités considérables de cépages américains sur les cépages de son domaine, près de Florence, et qui, avec un peu de soufre, aurait conservé ses vignes et des capitaux considérables, s'il avait su attendre?

Nous concluons donc :

1° Le Phylloxera est d'origine et d'importation américaine;

2° Aucun des cépages américains n'est à l'abri de ses attaques;

3° La résistance de quelques-uns d'entre eux tient à des causes qui ne sont pas permanentes;

4° La substitution des vignes américaines à nos vignes indigènes ou le greffage de nos vignes sur celles d'Amérique sont des opérations impraticables, dont la dépense dépassera le profit et dont l'efficacité n'est nullement démontrée.

Nous pensons donc que, loin de demander, comme certains viticulteurs et le Conseil général de l'Hérault, que M. le Ministre de l'agriculture et du commerce mette les vaisseaux de l'État au service de l'importation de ces cépages, il est sage de lui conseiller, au contraire, de les proscrire, puisqu'ils peuvent servir à propager le mal, sans que nous puissions fonder sur eux aucune espérance sérieuse de salut.

M. AUSCHITZKY.

Rapport sur les concessions des terrains destinés à l'ostréiculture.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

M. DE QUATREFAGES,

Membre de l'Institut.

Note sur quelques animaux invertébrés du bassin d'Arcachon.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

Pendant un séjour de quelques semaines fait à Arcachon il y a cinq ans, j'ai étudié un certain nombre d'animaux invertébrés du bassin d'Arcachon. Grâce à l'aide empressée de M. Lafon et à l'hospitalité qui attend tout travailleur à l'Aquarium, j'ai pu me procurer et suivre à loisir quelques espèces intéressantes dont j'ai l'honneur de mettre les dessins sous les yeux de la Section. Ces dessins et les notes, pris par moi à cette époque, n'ont pas encore été publiés.

1° *Diopatre française* (*D. Gallica,* Q.). — Cette magnifique Annélide a été découverte à Arcachon par M. Lespès, que la science vient malheureusement de perdre. Je l'ai décrite dans mon ouvrage général sur les Annélides (t. I, p. 338). Malheureusement M. Lespès n'avait pu se procurer que de courts fragments de la région antérieure, cet animal ayant l'habitude de se retirer avec une très grande rapidité dans le tube qu'il habite et qui s'enfonce profondément dans le sable. M. Lafon et moi sommes pourtant parvenus, non sans peine et sans travail, à recueillir quelques individus complets. C'est d'après l'un de ceux-ci qu'a été faite la figure mise sous les yeux de la Section. Je puis donc aujourd'hui combler quelques graves lacunes de la première description.

La *Diopatre française,* presque aussi longue, mais moins large que la *Marphyse sanguine,* atteint jusqu'à 50 centimètres de longueur sur 10-11 millimètres de large; le nombre de ses anneaux est de cinq à six cents.

Les branchies commencent au 4e anneau, où elles forment déjà une houppe bien développée; dans les plus grands individus, elles grandissent jusqu'au 14e-16e anneau; à partir de ce point, elles décroissent un peu et conservent ensuite la même longueur jusqu'au 30e-36e anneau. Puis elles décroissent rapidement et disparaissent vers le 45e au 50e anneau. Dans les branchies les plus grandes, on compte jusqu'à 16 tours de spire formés autour du tronc central par les languettes branchiales. Mais l'organe se réduit en arrière à une simple languette, moins longue que le cirrhe pédieux.

La *Diopatre française,* en captivité, se morcelle assez rapidement, mais les tronçons, surtout celui qui porte la tête, continuent à vivre. L'un ces derniers, comptant une centaine d'anneaux, a vécu dans un vase pendant plus de quinze jours. La cicatrisation était bien complète, et il s'était formé un nouvel anus par où sortaient des fèces normales. Il est facile de comprendre qu'à l'état de liberté cette espèce doit reproduire fort bien les parties perdues. Je m'en suis d'ailleurs assuré par l'observation directe, entre autres, sur un individu qui avait reproduit une centaine d'anneaux postérieurs. Rappelons à ce sujet que les Diopatres sont un des quatre ou cinq genres d'Annélides errantes qui ont montré des exemples de reproduction de la tête et des anneaux antérieurs.

2° *Notocirrhe d'Arcachon* (*N. Arcachonis,* Q.). — Le genre Notocirrhe, établi par M. Schmarda, se distingue des Lombrinères par la présence d'un cirrhe pédieux placé sur la rame unique des pieds. Il ne comptait jusqu'à présent que des espèces exotiques. Celui que j'ai trouvé dans les sables du bassin d'Arcachon est remarquable par la grosseur du cirrhe, qu'on pourrait, au premier abord, prendre pour un second mamelon pédieux.

3° *Ophélie bicorne* (*O. bicornis,* S.). — Le genre Ophélie, créé par Savigny pour une annélide découverte à la Rochelle par d'Orbigny père, a longtemps embarrassé les naturalistes, d'autant plus que, par une erreur assez étrange en apparence, mais facile à comprendre pour qui sait ce que deviennent certains animaux conservés dans l'alcool, Savigny, Cuvier, etc., avaient pris la bouche pour l'anus.

On a pu corriger cette erreur après le travail de Rathke sur son genre Ammotripane qui est très voisin du précédent. J'ai démontré même que l'*Ammotripane æstroïdes* est une véritable Ophélie. Les recherches de ce savant donnèrent les premières notions sur les caractères anatomiques curieux de ce groupe dont j'ai dû faire une famille à part. M. Claparède étudia à Naples une véritable Ophélie (*O. Napolitana*, C.). Mais quoique ajoutant à ce que nous avaient appris Rathke et Œrsted, il a été incomplet sur bien des points, il a commis de sérieuses erreurs. Ses figures sont d'ailleurs au nombre des moins bonnes du volume. *(Les Annélides Chétopodes du golfe de Naples.)*

Dans les sables presque purs du rivage opposé à Arcachon, j'ai trouvé plusieurs spécimens d'une Ophélie qui me paraît être identique avec celle de La Rochelle. Toutefois il me reste des doutes que l'étude sur le vivant pourrait seule lever. J'ai pu en faire une figure d'après le vivant et l'étudier avec assez de soin pour compléter, à bien des égards le travail de mes devanciers.

Extérieurement, le corps présente deux régions parfaitement distinctes. Les pieds sont uniramés en avant, biramés en arrière. La tête, très petite, se termine en pointe aiguë. L'anneau buccal, déjà beaucoup plus large, lui succède. Ni l'un ni l'autre ne portent d'appendices. Puis vient la région antérieure du corps, formée de huit anneaux, dont le dernier forme collerette au-dessus du premier anneau de la région postérieure. Celle-ci compte seize anneaux portant des branchies formées par une seule languette. Ces organes respiratoires, médiocres dans les premiers anneaux, plus développés dans les 6e ou 7e, s'atténuent jusqu'au dernier, qui ressemble à un petit cirrhe. Au delà du 16e anneau s'étend un espace égal aux 5-6 derniers, sans traces d'annulation distinctes. Puis le corps se renfle en deux gros anneaux très contractiles; enfin un demi cercle de 15 papilles entoure l'anus.

La bouche s'ouvre au dehors par une simple fente transversale, au delà de laquelle se trouve un organe sur lequel Œrsted et Claparède se sont également mépris. En réalité, c'est une sorte d'annexe de la trompe, tout en restant bien distincte de celle-ci. Seul il est exsertile et se développe en dehors en un large entonnoir plissé. Au delà commence la région pharyngienne de la trompe, canal musculaire, étroit et sinueux, aboutissant, par une base conique, à la région dentaire qui prend ici la forme d'un *gésier* à parois épaisses et tomenteuses. La région œsophagienne n'est représentée que par un fort étranglement au delà duquel commence un tube digestif droit, cylindrique, étendu jusqu'à l'extrémité du corps.

L'appareil circulatoire rappelle à bien des égards celui que j'ai fait connaître chez les Polyophthalmes. Le cœur est seulement moins bien caractérisé, et il y a deux grands vaisseaux abdominaux.

Grâce à la transparence des tissus, j'ai pu reconnaître avec détail le système nerveux. Le cerveau, placé très en avant, est bilobé en avant, et chaque lobe fournit un nerf qui se rend à la pointe extrême de la tête. En dessus et en arrière, deux gros troncs se portent à droite et à gauche directement à la peau et s'y étalent. Peut-être aboutissent-ils aux fossettes ciliées décrites par Claparède et qui m'ont échappé. Sur le cerveau on voit, en outre, quatre points ovalaires, deux en avant, deux en arrière de ces troncs nerveux. L'anneau œsophagien est très ample. Vers le tiers postérieur, il porte de chaque côté un petit ganglion d'où sortent quelques filets qui se distribuent au pavillon buccal (?). Puis les connectifs se joignent à une chaîne abdominale unique à ganglions à peine marqués et dont on ne distingue les connectifs qu'à un assez fort grossissement.

L'Ophélie d'Arcachon habite, ainsi que je l'ai dit, des sables

presque purs. Elle semble s'en nourrir. Son intestin est toujours bourré de gravier qu'elle rend en fèces qui se désagrègent immédiatement. Elle vit longtemps dans les vases, et on l'y voit souvent avalant le sable même qu'elle a rendu quelques instants auparavant. Cela même rend son étude au microscope passablement difficile et ennuyeuse. J'ai cassé bien des verres de compresseur en tournant un peu trop la vis pour mieux voir quelque détail délicat.

4° *Synaptes*. — Le bassin d'Arcachon possède trois espèces de Synaptes. Je n'ai pu me procurer l'une d'elles que M. Lafon m'a dit être de couleur verte. Les deux autres sont intéressantes. Toutes deux diffèrent de la S. de Duvernoy (*S. Duvernæa* Q.) par l'absence de ventouses aux tentacules. Il résulte de là qu'elles ne peuvent grimper aux parois d'un vase. Ce caractère est assez important pour motiver une distinction générique; mais il faudrait, en même temps, faire une revue générale de ce groupe, travail que d'autres occupations m'ont jusqu'ici empêché d'entreprendre.

Ces deux espèces diffèrent par la couleur, les proportions et la nature des pièces calcaires. L'une, la plus petite, est légèrement rosée. Ses tentacules, au nombre de douze, sont coniques, allongées, portent six paires de languettes et se terminent par un prolongement ressemblant à l'une de celles-ci. Lorsqu'on manie cet animal, on sent qu'il adhère aux doigts par ses *ancres,* qui sont grandes et ressemblent à celles de la *S. Duvernæa,* sauf que les branches ne portent pas de dentelure. La plaque sur laquelle s'articule cette pièce rappelle aussi ce que j'ai décrit chez les Synaptes de la Manche; mais elle est convexe en dessus, concave en dessous, avec un large rebord. Dans l'intérieur des téguments on trouve de très petits corpuscules calcaires, mais rien qui ressemble à ceux de la *S. Duvernæa*.

Je me suis surtout occupé de la seconde espèce, plus grande que la précédente et dont la couleur tire beaucoup plus sur le brun et arrive parfois à une teinte de sépia pure. Cette coloration n'est pas uniforme, mais résulte de vermiculations très fines et très rapprochées qui n'ont, du reste, rien de régulier. Ici les tentacules, légèrement coniques, sont très courts, renflés, et se terminent par quatre petites digitations courtes et presque rayonnantes. Les ancres sont très petites, si bien qu'au toucher l'animal semble lisse. Les plaques, irrégulièrement arrondies, planes, sont criblées de trous et se terminent par un bord irrégulier, dentelé. Les téguments ne contiennent aucune trace de corpuscules calcaires.

Cette espèce a vécu parfois en captivité, plus de quinze jours, dans une simple assiette creuse remplie d'eau de mer, que je renouvelais de temps à autre. Elle se décolorait faiblement; ses bandes longitu-

dinales, d'abord d'un blanc soyeux presque pur, prenaient une teinte saumonée. L'eau se teignait de la même couleur. L'animal se morcelait comme la *S. Duvernæa,* et la couronne de tentacules finissait par rester sur un petit balon, s'agitant comme lorsque l'animal était entier. Mais les fragments postérieurs ne m'ont jamais montré les signes de vitalité si remarquables dans ceux de l'espèce de la Manche.

On voit que les Synaptes du bassin d'Arcachon sont certainement très distinctes de celles que j'ai trouvées à Chausey et à Saint-Malo. Je n'oserais toutefois encore dire qu'elles sont vraiment nouvelles. Des recherches bibliographiques que je n'ai pas eu le temps de faire seraient nécessaires pour s'en assurer. J'aurais surtout à rechercher si ces espèces n'ont pas été ramenées des grandes profondeurs dans lesquelles ont dragué les expéditions anglaises et qui nous ont tant appris sur l'enchevêtrement et la superposition des faunes marines.

Dr MÉTADIER.

Sur le Wood-fish.

(Séance du 11 septembre 1872.)

J'ai eu la bonne fortune de devenir possesseur d'une espèce zoologique, sur laquelle j'ai des renseignements précis que je tiens à vous communiquer en vous présentant ces échantillons.

Par 40°30′ de latitude Nord et 125° de longitude Ouest, il existe, dans le Nord de l'Océan Pacifique, à l'Est de l'île Vaucouver et dans l'État que nos cartes désignent sous le nom de British Colombia, une baie ou mieux un bras de mer, portant le nom de Burrard inlet, dont l'entrée, très étroite, n'a pas plus de 200 mètres et dont la plus grande largeur ne dépasse guère 400 mètres; il a plusieurs lieues de longueur; sa profondeur, près de la rive, atteint jusqu'à 25 à 30 brasses; son degré de salure est de beaucoup inférieure à l'eau de l'Océan, ce qui s'explique par l'arrivée en ce point de nombreux cours d'eau qui descendent de la montagne. Cette baie est fréquentée, depuis environ une dizaine d'années, par les navires européens qui y viennent prendre charge de bois de construction. Nos forêts s'épuisent, la marine a de la peine à trouver ces grandes pièces de bois, désignées sous le nom de bas-mâts, qui ne peuvent s'obtenir qu'avec des arbres d'une admirable venue; on trouve à Burrard inlet les

plus beaux échantillons de ces bois improprement appelés *bois de Vaucouver;* de là l'exploitation toute récente de ce pays par des industriels d'origine anglaise, et la fréquence actuelle des navires d'Europe sur ce point fort négligé jusqu'à ce jour du continent américain.

C'est dans Burrard inlet que l'individu que je vous présente a été pêché, et n'allez pas croire qu'il y soit rare, car les conditions dans lesquelles il est pris le plus souvent sont telles, qu'il faut en supposer des quantités considérables pour expliquer sa capture fréquente.

Les gens du pays et les marins de toutes les nations qui fréquentent Burrard inlet, trouvant dans cette baie à satisfaire avec grand succès leur goût pour la pêche, tendent des lignes de fond de 15 à 20 brasses de longueur, pour prendre spécialement une morue rouge dont ils sont très friands. Les hameçons rapportent souvent des morues rouges, mais souvent aussi un animal dont la longueur varie de 0^m80 à 2^m50, pris par une partie quelconque du corps, soit simplement logé dans l'anse formée par l'hameçon ou par deux anses d'hameçons. Cette espèce zoologique a reçu dans le pays le nom de *Wood-fish (poisson de bois)*, de certaine particularité que notre examen va nous faire connaître.

Le Wood-fish, comme je viens déjà de le dire, varie dans sa longueur depuis 0^m80 jusqu'à 2^m50; son diamètre diffère suivant le point que l'on considère, le plus considérable est celui qui suit presque immédiatement la plus grosse extrémité; chez un sujet moyen, il est de 0^m025. La plus grosse extrémité, effilée et lisse, n'est constituée par aucun organe apparent; elle se continue par un corps de moins gros volume, qui se termine par une extrémité très fine et très déliée. A la fin de la partie lisse, dont la longueur est environ comme le cinquième de la longueur totale, paraissent, latéralement et symétriquement situés suivant l'axe, de petits appendices disposés par paires, qui grandissent en s'éloignant des premiers jusqu'à la partie moyenne du corps, où ils prennent une disposition décroissante jusqu'à l'extrémité la plus fine. Ces appendices contiennent dans leur épaisseur des petits corps arrondis, incolores et rouges, qui se détachent aisément avec la pointe du scalpel.

La chair de Wood-fish, quand il est vivant, a peu de consistance; elle est légèrement visqueuse, presque gélatineuse dans son ensemble; lorsqu'on laisse l'animal sécher à l'air, elle se réduit à l'état de peau gluante devenant de plus en plus mince et noirâtre, recouvrant à peine un squelette consistant en une baguette effilée à ses deux extrémités. Un frottement un peu rugueux débarrasse facilement

cette baguette de toutes traces des tissus desséchés réduits à quelques lamelles, et il ne reste plus qu'une tige semblable à celle que je vous présente. La partie de cette tige, qui répond à la grosse extrémité du Wood-fish, présente une très grande adhérence avec les tissus; elle y est établie par des expansions fibreuses qui se fixent sur des rugosités de cette tige, rappelant très bien ces rugosités osseuses servant d'attache à certains muscles. La densité de cette tige est de beaucoup supérieure à celle du bois, avec lequel elle a la plus grande analogie d'aspect.

Une coupe perpendiculaire à l'axe dans la partie antérieure, dans la portion lisse déjà signalée, donne les résultats suivants : au centre, une surface ronde, osseuse, à couches concentriques, dont la texture est extrêmement serrée, ayant $0^{m}007$ de diamètre; elle ne laisse voir aucune cellule, aucune vacuole, et rappelle assez bien la tige d'une dicotylédonée. Sur cet axe se trouve intimement fixée une couche de tissu fibreux, qui envoie quatre expansions vers une couche musculaire et qui, en se réfléchissant suivant la courbe de la face interne de cette couche, lui constitue une véritable aponévrose; ces quatre expansions fibreuses sont symétriquement situées. Au-dessus de cette expansion fibreuse se trouve une couche d'apparence musculaire; c'est la partie la plus charnue du Wood-fish, les fibres qui la constituent paraissent toutes dirigées dans le sens longitudinal.

Le Wood-fish, lorsqu'il sort de l'eau, est doué de très faibles mouvements, qui consistent en de petites ondulations. La rigidité de la tige sèche ne peut guère faire comprendre la possibilité de ces mouvements; mais cette même tige, soumise au contact de l'eau pendant vingt-quatre heures, atteint une flexibilité qui permet de lui faire joindre très facilement les deux extrémités et fait comprendre la possibilité de certains mouvements d'ondulation.

Mise en contact avec l'acide sulfurique étendu, cette tige ne noircit pas et dégage de l'acide carbonique; le dégagement est beaucoup plus intense avec l'acide chlorhydrique, et la flexibilité du fragment de tige traité ainsi augmente très sensiblement. Il ne m'a pas été permis de faire une étude chimique plus complète, mais je remets pour une nouvelle communication les affirmations que j'aurai à faire, tant au point de vue anatomique qu'au point de vue du classement de cette espèce zoologique, que l'on peut placer déjà dans l'ordre des Bryozoaires, à côté ou dans le genre même des Plumatelles.

Dr MÉTADIER.

Sur les organes génitaux du Boa.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

Ayant eu l'occasion de faire l'anatomie d'un Boa, j'ai constaté une particularité qui n'a pas, je crois, été encore indiquée, et sur laquelle je désire appeler votre attention. Il s'agit d'une glande qui accompagne l'organe génital mâle, et dont je vais vous indiquer et la position et les caractères qu'il m'a été permis de constater.

Cette étude anatomique remonte déjà à quelque temps. Elle est fort incomplète, je le reconnais ; mais l'occasion se présentant rarement pour nous d'avoir sous la main le même sujet d'étude, je me suis vu empêché jusqu'à ce jour, malgré mon désir, de la compléter.

Chez tous les Ophidiens, chez tous les Reptiles, il existe un cloaque dans lequel viennent se terminer l'appareil digestif et l'appareil génito-urinaire. Chez le Boa, c'est une cavité ovalaire assez vaste, divisée en deux chambres par un repli muqueux perpendiculaire au rachis. Sur l'individu que j'ai étudié, dont la longueur totale était de $4^{m}15$, le cloaque avait une longueur de $0^{m}05$ sur $0^{m}03$ de largeur. Le repli muqueux, qui divisait les chambres en supérieure et inférieure, était très développé et faisait facilement comprendre l'indépendance très grande qui, à un moment donné, peut régner entre ces deux portions du cloaque. C'est dans la chambre inférieure que vient se terminer l'intestin et où les matières fécales passent en y affectant cette forme particulière qui n'est que le modelage de cette chambre inférieure. Dans la chambre supérieure, immédiatement au-dessus de la cloison muqueuse dont nous avons parlé, et dans la portion abdominale de cette chambre, se trouvent deux petites éminences ou papilles arrondies formées par un tissu caverneux ; c'est au sommet de ces papilles, qui mesurent 3 millimètres de diamètre, que l'on voit les ouvertures des urétères, qui sont très distinctes. (Cette disposition, qui est assez fréquente chez les Ophidiens, n'est pourtant pas constante, et le plus souvent les urétères se confondent pour arriver par une ouverture unique dans le cloaque.) A l'extrémité caudale du cloaque se trouvent symétriquement placées quatre ouvertures, qui correspondent, les deux externes aux verges, et les deux internes aux glandes particulières sur lesquelles j'appelle

votre attention au double point de vue anatomique et physiologique.

Ces glandes ont la forme de sacs, leurs parois sont minces, mais très résistantes, leur structure externe est essentiellement fibreuse. Elles ont une longueur totale de 0^m08 et 0^m012 de diamètre. Les orifices sont excessivement délicats; leur ténuité permet néanmoins la sortie du liquide qu'elles contiennent, en exerçant sur la longueur de la glande une légère pression; un stylet fin peut aussi y être facilement introduit. Ces sacs sont situés dans l'espace compris entre la colonne vertébrale d'un côté et les deux verges; ils ont avec la face externe du fourreau de la verge correspondante, des adhérences nombreuses, surtout dans leur position cloacale. Le liquide qu'ils renferment est jaunâtre, épais, semblable à de la moutarde par la consistance et la couleur, d'une odeur musquée très pénétrante et presque agréable.

Le rôle de ces sacs glandulaires pourrait être diversement interprété; je ne m'arrêterai qu'à celui qui est le plus probable et qui consiste à supposer que ces sacs et leur contenu jouent le rôle de certains organes, de certaines sécrétions qui, chez les animaux supérieurs, ont pour but, par l'odeur pénétrante qu'elles répandent, de rapprocher les sexes à certaines époques.

Quoi qu'il en soit, j'ai trouvé là un fait qui n'a pas d'analogue dans les Ophidiens, mais dont la fréquence est assez grande chez beaucoup d'autres animaux supérieurs; cette particularité m'a paru devoir être signalée, et je termine en témoignant le désir de la voir confirmer par de nouvelles recherches.

M. LALIMAN.

Discussion sur le Phylloxera.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

MESSIEURS,

Je me permettrai, pour le moment, d'examiner le savant travail du Dr Plumeau à trois points de vue principaux; j'y ajouterai la question soulevée par un de nos collègues, à savoir si le Phylloxera est cause ou effet de l'épidémie.

1° Vous n'ignorez pas, Messieurs, combien cette maladie est importante à étudier. Le seul fret de nos navires, c'est le vin, sans

lui plus de marine française! Vous n'ignorez pas non plus que, par suite de cette éducation publique si défectueuse, et dont les résultats sont si funestes sur nos nouvelles générations, que tout jeune homme, dans le Midi, déserte la terre, et lorsque l'Aphidien aura forcément enlevé les conditions vitales du vigneron, qu'est-ce qui le retiendra au sol ? L'État a donc d'immenses devoirs à remplir vis-à-vis l'ouvrier agricole; il lui doit au moins des secours momentanés, il a, en outre, l'obligation forcée de soulager le propriétaire par des dégrèvements d'impôts, et en fondant une assurance mutuelle de la propriété vinicole, car, désormais, la richesse scandaleuse des uns n'aura pour base que la ruine complète des autres! Puissent ces paroles être entendues, car, à l'heure qu'il est, le seul département de Vaucluse a perdu 30,000 hectares de vigne sur 35,000 qu'on y cultivait; les terres qui les portaient sont incapables de produire autre chose, et la perte, pour ce seul département, est aujourd'hui estimée à plus de 25 millions de francs !

2° Discuter l'origine du Phylloxera aujourd'hui est un hors-d'œuvre : des raisonnements, des hypothèses, ne sont pas des preuves, et ce sont ces dernières que nous revendiquerons. L'on sait, à cette heure, trop peu de chose sur cet Aphidien pour oser se prononcer sur lui en dernier ressort. Vous dites qu'il nous vient d'Amérique, moi je dis le contraire, et l'un des hommes les plus intelligents du Midi, le président du Comice de Lunel (1), dit « qu'il est d'origine européenne, que de 1730 à 1870 il a fait des siennes pendant quarante-six ans, en Autriche, en Moravie, en Allemagne, et il appuie son dire historiquement !... »

De nos jours, qui est-ce qui l'a, le premier, signalé en Europe, en Irlande d'abord, puis en Angleterre ? Westfood, et ce, longtemps avant que l'on en parlât en France; donc il y a lieu de croire qu'il est plutôt originaire de la vieille que de la nouvelle Angleterre. Les serres anglaises nous ont déjà donné l'oïdium, elles nous ont passé le Puceron ! Seulement le Puceron plus carnassier, plus vorace, plus perfectionné, plus prolifique que notre ancien Aphidien, qui, à mon avis, a toujours existé, mais qui était resté ignoré à l'état latent par un modérateur souverain, le gibier ou les petits oiseaux, que nous supprimons stupidement de la surface du globe ! ce qui nous rend victimes de ces milliards de phalanges de Larves, qui dévorent nos arbres fruitiers depuis quelques années; et de ces trillards de phalanges de Poux, de races anglaises, perfectionnés, aux appétits insatiables, comme tout ce qui est créé ou perfectionné par les

(1) M. Nourrigat.

Saxons, en végétaux comme en animaux. Cette supposition en vaut bien une autre, et je la maintiens comme moins paradoxale qu'elle n'en a l'air. Non, les vignes américaines ne sont pas le récipient du Phylloxera; certaines l'attirent sur leurs feuilles ou les détournent des racines, et, à ce point de vue, elles méritent d'autant plus nos soins qu'il est plus facile de combattre l'insecte lorsqu'il niche et pullule sur les feuilles de certaines variétés de ces vignes. Comment M. Tourrés, à Machettaux (Lot-et-Garonne), a fait venir d'Amérique, depuis 1825, des vignes exotiques; il en a reçu, en échange, de nous-mêmes, ainsi que M. de Vivie, à Montastruc, il en a reçu même depuis l'invasion, de celles qui nous arrivaient directement d'Amérique; voilà donc cinquante-sept ans qu'on les cultive en France, et ni les vignobles de ces messieurs, ni aucune parcelle du Lot-et-Garonne ne sont attaqués, et l'on vient nous dire que pour la Gironde ce sont ces vignes qui sont la cause du fléau!!!

Le Jardin-Public de Bordeaux en a reçu directement d'Amérique, il y a sept ou huit ans, et pas une des vignes de cet enclos n'est contaminée. M. Bouchereau, près Carbonieux, rive droite de la Garonne, a aussi cultivé pendant plus de trente ans ces vignes, nous en avons plusieurs fois échangé, et pas un cep n'est attaqué dans ces parages ni sur les bords de la Loire.

L'Italie les cultive depuis fort longtemps. Le marquis Rudolfi, sur sa ferme de Meneto, près Florence, avait 100 hectares de ces vignes en culture; il a reçu de nous des cépages provenant directement d'Amérique, et ni lui ni aucun de ses voisins n'ont la maladie; elle n'est non plus dans aucune partie de l'Italie.

Disons que les vignes américaines n'ont eu l'Aphidien que les dernières chez moi; que celles de cette origine qui sont mortes, ne ne l'ont été qu'après nos cépages indigènes; que l'on n'a trouvé en France le Phylloxera sur les feuilles qu'en 1869, c'est-à-dire au moins quatre ans après que la maladie a eu fait des ravages sur la racine de nos cépages indigènes.

Je sais bien que plusieurs savants partagent l'opinion de M. le Dr Plumeau. M. Planchon l'a émise en pleine Société d'agriculture de l'Hérault; nos *Annales agricoles* contiennent les mêmes accusations, etc. Mais ce qui doit nous rassurer, c'est que, pendant que dans le Midi l'on déblatérait contre l'introduction en France de végétations exotiques, l'on agissait soit par lettres, soit même par des articles de journaux ou autrement, puisque c'est à l'intervention de MM. Lichstenstein, Planchon, etc., que nous devons la mesure prise par M. Lefranc de faire venir des vignes d'Amérique; seulement, au lieu de faire venir celles qui, en France, avaient jusqu'ici résisté,

l'on a introduit la plupart de celles qui succombent, c'est-à-dire une grande quantité du type Labrusca. Rien d'étonnant si l'essai ne réussit pas, d'autant plus que ce n'est pas dans un sol tout à fait empesté qu'il faut planter même des crosettes de cépages indemnes, mais dans un sol au moins relativement épargné, car le Poux se jetant sur des racines naissantes a trop de prise sur les jeunes pousses, qui ne résistent avantageusement qu'après un certain âge. Voilà pourquoi nous disons aux propriétaires encore épargnés : commencez à planter certains américains, vos chances de succès sont triples avant, plutôt qu'après l'invasion.

Voici l'extrait d'une lettre écrite le 17 août dernier par M. Berkmans, un des plus intelligents horticulteurs de l'Union : « Dans » notre région le Phylloxera est inconnu, dans la Géorgie; M. Riley » l'a observé comme entomologiste dans le Missouri en 1864, mais » en somme les vignerons ne se doutent pas de sa présence, le dégât » ne vaut pas la peine qu'on s'en occupe. » Donc les vignes américaines résistent au Phylloxera; ce n'est qu'exceptionnellement qu'elles en meurent en Amérique. Doit-on cet avantage aux ceps qui ont le privilége d'attirer l'Aphidien sur leurs feuilles, ou bien à la vigueur plus accentuée de certains cépages, ou bien à l'appétit plus débonnaire du Puceron, ou peut-être encore à ses ennemis, certains insectes carnassiers dont nous allons recevoir incessamment des larves ? Toujours est-il que le fléau est de nul effet en Amérique et que cela milite en faveur de notre thèse : que les vignes se guérissent par les vignes.

3° Nous savons que l'on feint de croire qu'elles auront besoin d'être greffées, ce qui, pour certains types du genre Cordifolia, est vrai, mais ne l'est pas du tout pour certaines de ces variétés, telles que le Cornucopia, l'Antuchon, le Franklin, le Cunninghan, le Hutington, etc. — Les Æstivalis ont-ils aussi besoin de cette opération ? nullement, car leurs raisins sont tout à fait semblables à nos grands verdets, et par conséquent, tout en mûrissant plus vite, donnent abondance et qualité d'autant plus franche à leur vin qu'ils n'ont nul goût de cassis, comme ceux du genre Labrusca, et de plus vieillissent plus en deux ans que nos vins en six ans.

Nous nous abstiendrons de parler du blanc de Madeira; trop de personnes savent qu'il joint à une résistance remarquable un vin qui, sans être parfait, a pourtant des qualités incontestables. Le Vulpina, dont le Scupernong paraît un des chefs de file, joint à une abondance très grande une résistance incontestée en Amérique; seulement il ne souffre que difficilement la taille. Nous joignons ici du vin de la plupart de ces cépages, des raisins même, et nous

pensons que bien des préventions s'éteindront lorsqu'on aura pu les goûter.

En resumé, quoi que l'on rêve : un remède spontané, électrique ou économique, rien n'étant trouvé ; la suie (1) et la poudre Bon, étant, quoi qu'on en dise, tout à fait inefficaces, il est bien de planter de certaines vignes américaines et même d'essayer toutes espèces de cépages. Nous renvoyons à nos études sur le Phylloxera sur ce point important, et à nos articles écrits depuis 1869 dans le *Journal de viticulture pratique*.

4° Qu'il me soit permis, en finissant, d'essayer d'enterrer cette vieille chanson : le Phylloxera, cause ou effet.

Nous avons en divers lieux, notamment dans le Rhône, dans le Lot-et-Garonne, etc., et même sur les parties jusqu'ici épargnées de notre propriété ; nous avons, disons-nous, expédié et fait planter des marcottes non enracinées de cépages contaminés, et elles ont pris racine dans des terrains peu ou point empestés ; si leur sève était malade, évidemment elles seraient mortes, ou elles auraient répandu l'épidémie. M. Planchon a agi de même, et les ceps envoyés au loin ont été également sauvés. Ce n'est donc pas la vigne qui est malade, *mais la terre,* et cela est si vrai, que là où le Phylloxera règne en despote, il tue non seulement la vigne, mais aussi les arbres fruitiers, et nous dirons même que les végétaux à racines traçantes en sont incommodés, que leur végétation en souffre beaucoup. Plus tard l'expérience prouvera nos allégations.

Quant au Phylloxera des feuilles, nous avons cette année pour la première fois constaté sur un cépage français le malbec des galles, mais elles paraissent avortées, et ne doivent, croyons-nous, leur existence qu'au voisinage d'un Cordifolia arrêté dans sa végétation, et dès lors nous expliquons ce cas exceptionnel et, à notre avis, sans précédent, en pensant que les Pucerons, manquant de jeunes feuilles, en ont choisi forcément quelques-unes sur des feuilles qui sont peu ou point de leur goût ! Quoi qu'il en soit, nous surveillerons attentivement ce fait unique et ses conséquences futures.

Le Portugal est violemment attaqué à cette heure ; la Suisse a trois cantons envahis ; les bords du Danube près de Vienne le sont aussi. Enfin, la Gironde, malgré la conspiration du silence, a trois nouvelles communes d'attaquées, dont les deux premières sont Pompignac et Camarsac.

On ne peut se faire une idée des ravages nouveaux que l'épidémie a opérés en une année sur les coteaux de la rive droite, cela est

(1) La suie pour la seconde fois a fait défaillance chez moi ; elle est de nul effet, soit on plantant les vignes, soit en l'appliquant sur des souches déjà âgées.

devenu effrayant. C'est pourquoi nous concluons en disant que le prix de 20,000 francs n'est pas en rapport avec l'importance du signalé service que l'on demande aux inventeurs de remèdes ; nous demandons que l'État en établisse un autre supérieur, afin de stimuler les chercheurs.

Nous demandons également que par des lois nouvelles l'on place la viticulture dans une situation meilleure, ayant pour base la mutualité.

Nous demandons enfin que l'on indemnise la propriété par des dégrèvements d'impôts ou autres moyens efficaces, ainsi que les ouvriers paralysés dans leurs moyens d'existence, et nous vous prions, Messieurs, d'exprimer au Gouvernement un vœu motivé dans ce sens.

En agissant ainsi, vous aurez fait votre devoir, car cette question pour vous est complexe ; elle est scientifique, agricole et sociale.

Nous maintenons que le Puceron est plutôt d'origine anglaise que d'origine américaine, et qu'il vaut mieux le combattre avec des vignes qui lui résistent qu'avec ces insecticides coûteux et inefficaces qui achèvent la ruine de ceux qui les emploient.

II^e SECTION.

Anthropologie.

President : M. LE D^r BROCA, professeur à la Faculté de médecine de Paris.
Vice-Président : M. GASSIES, directeur du Musée préhistorique de Bordeaux.
Secrétaire : M. LE D^r TOPINARD.
Vice-Secrétaire : M. CARTAILHAC, directeur de la *Revue des matériaux pour l'histoire de l'homme.*

D^r Gustave LAGNEAU,

Président de la Société d'anthropologie de Paris.

Ethnogénie des populations du Sud-Ouest de la France, particulièrement du bassin de la Garonne et de ses affluents (1).

(Séance du 6 Septembre 1872.)

Dans les temps paléontologiques et préhistoriques, la région du Sud-Ouest de notre pays était habitée par des populations de races différentes. Si les ossements de la caverne de Cro-Magnon, aux Eyzies, dans le Périgord, recueillis par M. L. Lartet en même temps qu'une défense du Mammouth, et étudiés par MM. Broca et Pruner-bey, ont appartenu à des humains de grandes proportions, au crâne volumineux, dolichocéphale, à arcades sourcilières saillantes, à face orthognathe supérieurement, prognathe inférieurement, aux tibias platycnémiques, volumineux (2); au contraire, les quelques dents, les quelques petits os humains recueillis en même temps que des ossements d'*Elephas primigenius,* de *Rhinoceros tichorinus* et d'*Ursus spelæus,* par divers explorateurs, entre autres par MM. A. Fontan et Ed. Lartet, dans les grottes de Massat, d'Aurignac, dans les départements de

(1) Ce travail a été publié *in-extenso* dans la *Revue d'anthropologie*, dirigée par M. Broca, t. I, p. 606-627, 1872.

(2) L. Lartet, *Une Sépulture des Troglodytes du Périgord;* Broca, *les Crânes et ossements des Eyzies et la Théorie Esthonienne;* Pruner-bey, *Sur les Ossements des Eyzies* (*Bulletin de la Société d'anthropologie,* 2^e sér., t. III, p. 335, 350, 416, 432, 454, etc.).

l'Ariége et de la Haute-Garonne, par leurs petites dimensions, ont permis à ce dernier paléontologiste de faire remarquer que tous ces fragments humains avaient « appartenu à des individus de petite taille » (1), vraisemblablement à ces petits brachycéphales dont M. Garrigou paraît également avoir retrouvé des débris de maxillaires dans la caverne de Bruniquel du département de Tarn-et-Garonne (2).

Plusieurs de ces races paléontologiques et préhistoriques paraissent avoir survécu aux dernières modifications géologiques de notre Europe occidentale.

Aux premières époques historiques, César (*de Bell. Gall.*, lib. I, cap. I), Pline (*Hist. nat.*, lib. IV, cap. XXXI, 17) et la plupart des auteurs anciens nous montrent que la plus grande partie de la région Sud-Ouest de notre pays était occupée par les Aquitains Ἀκουιτανοί, *Aquitani*, nation considérable, composée de nombreuses peuplades, séparée des Celtes par la Garonne, et s'étendant de ce fleuve aux Pyrénées.

Ces Aquitains, que César nous dit différer des autres habitants des Gaules par la langue, les institutions et les lois, Strabon (lib. IV, cap. I et II, § 1) non seulement les distingue des Celtes, mais insiste sur leur similitude de langue et de caractères physiques avec les Ibères occupant la péninsule hispanique, actuellement l'Espagne.

Généralement considérés comme des peuples ibériens ayant conservé leur ancienne langue, l'Euskuara, alors que les autres peuples adoptaient des idiomes romans, les Basques Οὐασκώνες, *Vascones* nous sont montrés par Strabon (lib. III, cap. IV, § 10), par Pline (lib. III, cap. IV, 157), occupant le versant méridional des Pyrénées, autour de Pampelune Πομπέλωνα, au nord de l'Èbre.

Que ces montagnards aient possédé déjà une partie du versant septentrional de cette chaîne de montagnes avant la conquête de César, comme paraît le penser M. Fauriel (3); qu'ils s'y soient établis à partir du cinquième siècle, lors de la substitution de la domination visigothe à la domination romaine; que par leurs conquêtes progressives au nord des montagnes, incomplètement réprimées par Astrowald, leur nom de Vascons ou de Gascons ait servi dans la suite à désigner les habitants d'une grande province du Sud-Ouest de la France, ces Basques, sous le rapport ethnique, ne paraissent pas anciennement avoir différé des Aquitains de race ibérienne.

(1) Ed. Lartet, *Nouvelles Recherches sur la coexistence de l'homme et des grands mammifères fossiles, réputés caractéristiques de la dernière période géologique*, 1862.

(2) *Bulletin de la Société d'anthropologie*, t. IV, p. 651.

(3) *Histoire de la Gaule méridionale sous la domination des conquérants germains*, t. II, p. 342, 1836.

Quant aux caractères anthropologiques des peuples ibériens, ils nous sont très incomplètement indiqués par les auteurs anciens. Cependant, Jornandès (lib. I, cap. II), ainsi que Tacite (*Agricolæ vita*, cap. XI), en rapprochant des Ibères les Silures de la Grande-Betagne, nous indiquent que leur teint était basané, leurs cheveux noirs et bouclés. Martial signale la raideur de leur chevelure (lib. X, ep. LXV). Silius Italicus parle de l'agilité du Vascon (*Puniq.*, lib. X, v. 15). Enfin, témoignant de la rare énergie de ces peuples, attestée d'ailleurs par divers autres auteurs, César, en parlant des Aquitains, que l'exploitation des mines avait rendus si habiles aux travaux de défense des places, nous signale, à propos d'Adcantuan, chef des Sotiates, ancien peuple des environs de Sos près de Lectoure, la singulière institution des Soldures *Soldurii*, compagnons d'armes qui se tuaient pour ne pas survivre à celui auquel ils étaient liés par un pacte d'amitié. (*De Bell. Gall.*, lib. III, cap. XXI et XXII.)

Si, de ces bien minimes documents anciens, on rapproche les observations crâniométriques faites par Retzius (1), MM. Broca, Pruner-bey (2), Virchow (3) sur les Basques actuels; si l'on tient compte des descriptions faites par MM. de Quatrefages (4), Lunemann (5), d'Abbadie, Argellies (6), de ces montagnards; si l'on se rappelle la conformation rachidienne signalée par M. Duchenne de Boulogne (7) chez certaines femmes de race ibérienne; si, enfin, on recherche dans les comptes-rendus du recrutement de l'armée la proportion relative des exemptés du service militaire pour défaut de taille, dans les départements pyrénéens, et pareillement la proportion des recrues de plus de 1m732, taille des cuirassiers, dans ces mêmes départements, ainsi que l'a fait Boudin pour toute la France (8); on trouve, certes, bien des faits anthropologiques contradictoires en apparence, ce qui, vraisemblablement, tient au croisement de la race ibérienne avec d'autres éléments ethniques; toutefois, il semble ressortir qu'en général les populations de race ibérienne présenteraient une stature moyenne ou peu élevée, un crâne assez souvent

(1) *Bemerkungen über der Schadelform der Iberier*, in *Archiv für anat. Physiol.*, von Muller, 1847, p. 499.

(2) *Bulletin de la Société d'anthropologie*, t. III, p. 579; t. IV, p. 33 et 38; t. V, p. 413, et 2e sér., t. III, p. 9 et 43.

(3) Congrès archéo-anthropologique de Paris, 30 août 1867.

(4) *Souvenirs d'un naturaliste*, t. I, p. 243, 1854.

(5) *Voyage dans les Pyrénées*, dans *Nouvelles Annales des voyages*, t. XIX, p. 48, 1831.

(6) *Bulletin de la Société d'anthropologie*, t. IV, p. 33; t.V, p. 413, et 2e sér., t. III, p. 12.

(7) *Archives générales de médecine*, nov. 1866, et *Bulletin de la Société d'anthropologie*, 2e sér., t. I, p. 633.

(8) *De l'Accroissement de la taille en France* (*Mémoires de la Société d'anthropologie*, t. II, p. 229).

brachycéphale, peu volumineux, à prédominance occipitale, des cheveux noirs, des yeux bruns, un beau développement du cou et des épaules, des courbures rachidiennes fortement prononcées, des extrémités petites, conformation donnant aux mouvements de la souplesse et de l'agilité.

Si au sud de la Garonne la plus grande partie de la population semble appartenir à la race ibérienne, au contraire, au nord de ce fleuve, dans les pays baignés par ses affluents septentrionaux, l'ensemble de la population paraît devoir être rapporté à la race celtique; car la Garonne est indiquée par la plupart des auteurs anciens, entre autres César et Pline, comme la limite séparative des Celtes et des Aquitains, de la Celtique et de l'Aquitaine.

Les descendants des Celtes Κελτοί, *Celtæ* sont décrits par plusieurs ethnographes, entre autres par Bory de Saint-Vincent (1) et Desmoulins (2), comme ayant une taille moyenne, une tête arrondie, les cheveux bruns. En effet, lorsqu'on tient compte de la distinction ethnique des Celtes et des Gaëls mentionnée en de nombreux passages de Julien l'Apostat (*Première et troisième harangues sur Constance,* p. 29, 34, 36, 124, grec.-lat., 1696), de Sulpice Sévère (*Dialogue I,* n° 20), de Dion Cassius (*Hist. Rom.,* l. XXXIX, cap. XLIX, etc.); lorsqu'on sait que Diodore dit que le nom de Celtes appartient aux peuples qui habitent au-dessus de Marseille, dans l'intérieur des terres; celui de Gaëls Γαλάται, aux peuples qui sont établis au delà de la Celtique, dans les contrées voisines soit de l'Océan, soit des monts Hercyniens, actuellement les montagnes du Hartz (Diodore, *Hist. univ.,* l. V, cap. XXXII); lorsqu'on voit ce même historien assigner aux Gaëls une stature élevée, une carnation molle, une peau blanche, des cheveux blonds, et voire même blancs dans l'enfance (l. V, cap. XXVIII et XXXII), caractères qui ne diffèrent guère de ceux que Tacite donne aux Germains (*de Mor. Germ.,* cap. IV), on est amené à supposer que les Celtes, distincts des Gaëls, présentaient des caractères anthropologiques notablement différents.

Cette déduction est d'ailleurs corroborée par certains passages de Tacite (*Agric. vit.,* cap. XI), qui, en parlant des habitants de la Grande-Bretagne, compare les uns aux Ibères, d'autres aux Germains, et d'autres encore aux habitants de notre pays. Pareillement, Suétone, en parlant des préparatifs faits par Caligula pour triompher à la suite de sa prétendue campagne de Germanie, rappelle que, pour simuler des prisonniers Germains devant suivre son char, il

(1) *L'homme; essai zoologique,* t. I, p. 120, in-12, 1827.
(2) *Histoire naturelle des races humaines,* p. 136, Paris, 1826.

choisit les hommes les plus grands de notre pays et les obligea à se teindre les cheveux en rouge. (Suétone, *Caligula,* LXII.) D'ailleurs, la meilleure preuve qu'on puisse donner que la plupart des habitants de notre pays n'étaient pas naturellement blonds, est de rappeler l'usage que, suivant Diodore de Sicile (l. V, cap. XXVIII) et Pline (l. XXVIII, cap. LI), ils faisaient d'eau de chaux et de graisse mêlée de cendres pour se rougir les cheveux.

Il semble donc permis d'inférer de ces documents historiques que les Celtes avaient une taille moins élevée, les cheveux moins blonds que les Gaëls et les Germains, mais aussi avaient une chevelure moins noire, moins raide et moins bouclée que les Ibères.

En outre, d'une part, les mensurations pratiquées par M. Broca sur des crânes d'Auvergnat (1); les études anthropologiques faites dans les départements qui correspondent à la Celtique, par M. Durant de Gros, dans l'Aveyron (2), par M. Vincent, dans la Creuse (3), par M. Guibert, de Saint-Brieuc, dans les côtes du Nord (4), de même que celles faites dans d'autres pays celtiques des îles Britanniques par MM. Beddœ (5), Mackintosh, Mac-Lean (6) etc.; et d'autre part, les recherches statistiques faites par MM. Boudin, Broca (7) sur les exemptés du service militaire pour défaut de taille et sur les recrues de haute stature, permettent de regarder les populations de race celtique comme présentant en général une taille peu élevée, un crâne brachycéphale volumineux, ou eurycéphale, des cheveux d'un châtain plus ou moins foncé, des yeux ordinairement gris bleu, des formes trapues, une constitution robuste.

Des peuplades celtiques et gaëliques habitant au nord de la Garonne, quelques-unes se portèrent plus au Midi, jusqu'en Hispanie, en Espagne, où les noms de Celtiques, de Celtibères, de Galice, indiquent leur présence et aussi leur mélange avec les Ibères. Mais quelques-unes se fixèrent dans l'Aquitaine. Strabon (l. IV, cap. II, § I) remarque que les Bituriges Vivisques Βιτουρίγοι Οἴσκοι, qui avaient la ville commerçante de *Burdigala* Βουρδίγαλα, actuellement Bordeaux, constituaient parmi les Aquitains une peuplade étrangère et indépendante, de race gaëlique Γαλατικῶν ἐθνῶν.

(1) *Bull. de la Soc. d'anthrop.*, 2e série, t. VIII, 3 avril 1873.
(2) *Une Excursion anthropologique dans l'Aveyron* (*Bull de la Soc. d'anthrop.*, 2e série, t. IV, p. 193, et t. III, p. 135, 228).
(3) *Etudes anthropologiques sur le département de la Creuse* (*Bulletin de la Soc. des sciences nat. et archéol. de la Creuse*. t. IV, p. 8, etc.).
(4) *Ethnologie armoricaine,* oct. 1867, Saint-Brieuc, 1868.
(5) *Journal of anthrop.*, oct. 1870, p. 117. — *The anthrop. Review,* t. I, p. 310, 1863. — *Journal of the anthrop. Soc. of London,* t. IV, p. XXII, déc. 1865-1866. — *Mem. read before the anthrop. Soc. of London,* t. II, p. 37, 1865-67, t. III, p. 359, 384, 1867-69.
(6) *The anthrop. Review,* january and july 1866, t. IV, p. 14 et 220.
(7) *Mém. de la Soc. d'anthrop.*, t. I, p. 1; t. II, p. 229; t. III, p. 147, etc.

Au sud du territoire des Bituriges Vivisques, dans le pays de Buch actuel, habitait aussi une autre peuplade, celle des Boïes, que saint Paulin dit s'occuper de l'extraction de la résine, comme actuellement encore les résiniers du voisinage du bassin d'Arcachon *(piceos Boïos)* (*Divi Paulini Poemata,* epist. IV, 1622). Ces Boïes paraissent une fraction du peuple *Boii,* que Tite-Live (l. V, cap. XXXV) nous montre franchissant les Alpes Pennines pour s'emparer de la région où s'élevait l'ancienne *Felsina* des Étrusques, depuis appelée ***Bononia,*** actuellement Bologne. Or, ces Boïes d'Italie nous sont représentés, à plusieurs reprises, par Tite-Live (l. XXXIV, cap. XLVII, etc.), comme incapables de supporter la fatigue, la chaleur et la soif, comme ayant une constitution molle et flasque, caractères généralement attribués par les auteurs anciens aux Gaëls ainsi qu'aux Germains, peuples que d'ailleurs Strabon (l. IV, cap. IV, § 2) dit être de même race et ne différer ni par les caractères physiques ni par les institutions.

Sur la Haute-Garonne, les Volces Tectosages Οὐόλκαι Τεκτόσαγες, *Volcæ Tectosages,* dont la capitale *Tolosa,* actuellement Toulouse, rappelle encore l'origine vraisemblablement ibérienne de ses fondateurs, par son nom également porté par d'autres villes de la péninsule hispanique, entre autres de la Biscaye, paraissent à Am. Thierry (1) avoir été des Belges venus du nord-est des Gaules et de la Germanie, d'où, selon César (*de Bell. Gall.*, l. II, cap. IV), provenaient la plupart des tribus belges. Ces Tectosages, que Strabon nous montre quittant en grand nombre leurs demeures à la suite de séditions (lib. IV, cap. I, § 13), dont César retrouve les descendants fixés en Germanie, auprès de la forêt Hercynienne (*de Bell. Gall.,* l. VI, cap. XXIV), après avoir pris part à l'invasion de la Grèce et au sac de Delphes, en 279 avant J.-C., et avoir été se fixer en Asie mineure, conjointement avec d'autres peuplades, entre autres celle des Tolistoboïes, que quelques ethnographes considèrent eux-mêmes comme un mélange de Tolosates et de Boïes, nous sont dépeints par Tite-Live (l. XXXVIII, cap. XVII et XXI), comme présentant une taille gigantesque, de longs cheveux rouges, une carnation blanche et molle, caractères anthropologiques, que Diodore de Sicile (lib. V, cap. XXVIII), comme beaucoup d'autres auteurs, assigne aux Gaëls, ainsi qu'aux Germains. En outre, saint Jérôme (*Epistolæ ad Galatas,* cap. III, *Commentarium*, l. I, 1ª pars, t. IV, p. 255, in-folio, 1706) remarque que ces Galates, quoique la langue grecque fût en usage en Asie mineure, avaient conservé leur langue, presque identique à celle des Trévires,

(1) *Hist. des Gaulois;* introduction, § 11, p. 36 du t. I, 1862.

anciens habitants de Trèves, qui, au temps de Tacite (*de Moribus Germ.*, XXVIII) comme actuellement, se disaient d'origine germaine.

Plusieurs historiens semblent avoir conservé le souvenir d'antiques relations ethniques entre les populations du Rouergue, du Limousin, du Poitou et de l'Aulnis, avec les peuples de la Germanie orientale, de la Scythie et de la Thrace. M. Alf. Maury (1) a fait remarquer que les *Lemovii*, anciens habitants de la région baignée par la basse Vistule, étaient presque les homonymes des *Lemovices,* anciens habitants du Limousin; homonymie peut-être explicable par la migration de tribus gaëliques que Diodore de Sicile dit occuper les vastes contrées s'étendant de la Scythie, actuellement la Russie, à l'Océan (l. V, chap. XXXII). Inversement, M. le baron de Gaujal pense retrouver dans les Ruthènes de Gallicie, sur les bords du Bug et du Dniester, les descendants des Ruthènes *Rutheni,* à la blonde chevelure, selon Lucain (*Pharsale,* p. 21, 1865), de l'ancien Rouergue (2). Sans qu'on puisse rien préciser relativement à ces deux peuples *Lemovices* et *Rutheni*, il faut reconnaître que les deux courants migratoires des peuples du Nord de la Germanie à notre pays, et des peuples de notre pays vers la partie inférieure du bassin du Danube, ne sont pas contestables.

Au nord-ouest des *Lemovices,* les *Pictavi* ou *Pictones,* anciens habitants des environs de Poitiers, ont aussi été considérés par quelques auteurs, entre autres par Jehan Bouchet, comme ayant une origine scythique. Ils seraient descendus des Pictes Agathyrses, qui, après avoir été en Calédonie, actuellement l'Écosse, et s'y être beaucoup multipliés, seraient venus « en ceste région de Gaule aquitanique de présent appelée Poictou du nom de ces Agathyrses Pictes » (3). Plus récemment, M. Diefenbach, cité par M. Roget de Belloguet (4), croyait encore devoir faire venir de Thrace ces Pictes, Cruthnigh ou Cruthnes, presque homonymes de Ruthènes. Après avoir fondé *Pictavium,* actuellement Poitiers, ils auraient en partie été s'établir dans les îles Britanniques. Ainsi que le pensaient Dadino Alteserra (5) et Armand Maichin (6), rien ne paraît établir que les *Pictavi* proviennent de Scythes, d'Agathyrses ou de Thraces, et qu'ils soient parents des Pictes de la Calédonie, dont, il est vrai, l'origine scythique est men-

(1) *Études celtiques,* dans *Revue germanique,* t. VIII, p. 14, etc., 1859, Paris.

(2) *Études historiques sur le Rouergue* (*Mém. sur les Ruthènes de Gallicie et de Hongrie,* t. III, p. 117, 4 vol., 1858-59.

(3) *Annales d'Aquitaine*, feuil. III, in-folio, 1545.

(4) Diefenbach : *Celtica,* III, p. 262; Roget de Belloguet: *Ethnogénie gauloise,* p. 283, Paris, 1861.

(5) *Rerum Aquitanicarum libri quinque,* t. I, cap. XIV, p. 65; Tolosæ, 2 vol. in-4°, 1648,

(6) *Histoire de Saintonge, Poitou, Aunis et Angoumois,* p. 176-77, in-folio, 1671.

tionnée par Bède le Vénérable (*Historia ecclesiastica gentis Anglicorum*, l. I, cap. I, p. 41, 1722).

La plupart des auteurs ayant écrit sur le Poitou, entre autres M. de Fougeroux (1), ont signalé une tribu de Teifales, qui, à la fin du quatrième siècle, transportés d'Orient en Italie auraient eu ensuite leurs cantonnements militaires à Poitiers, à Melle et surtout à Tiffauges dans le Bas-Poitou. Arcère est disposé à penser que ces Theiphales ou Teifales seraient entrés en Gaule sous la conduite de Goar, roi des Alains, puis que ces Alains, alliés des Visigoths, vaincus, ainsi qu'eux, par Childéric et Egidius, auraient été se réfugier dans des terres incultes, dans des marais, qui, de leur nom, auraient été appelés *pagus alanensis* ou *alninsis* depuis pays d'Aulnis (2). Il est difficile de préciser exactement l'histoire de ces colonies de Teifales et d'Alains. Toutefois la notice des *Dignités de l'empire d'Occident* montre qu'il y avait en Gaule, dans diverses régions, des Sarmates et des Alains, et qu'en particulier, chez les *Pictavi*, dans le Poitou, se trouvaient cantonnés des Sarmates et des Teifales. (*Notitia Dignitatum imperii Romani*, Philippe Labbe, p. 124, 1651, pet. in-12.) Et Grégoire de Tours, à trois reprises, à propos du prêtre Senoch, Teifale d'origine, et d'Austrapius, tué par ces Teifales révoltés, mentionne la présence de cette peuplade dans le *Pictavus Pagus*, dans le Poitou. (Sancti Gregorii, ep. Turonensis, *Vitæ Patrum*, cap. XV, 1, p. 1223, 1699; et *Hist. Eccles. Francorum libri decem*, t. II, l. IV, cap. XVIII, p. 54 et t. V, cap. VII, p. 194, 1837.)

Quelques historiens et ethnographes ont pensé retrouver les descendants de ces Theiphales dans les Colliberts de Maillezais et des Marais mouillés de la Sèvre Niortaise et du Lay, dans ces pêcheurs qui ont également été considérés comme les descendants des anciens *Agesinates Cambolectri* de race celtique. Ces Colliberts, en partie massacrés lors des incursions des Normands sur cette portion de notre littoral, suivant Pierre de Maillezais (*Nov. Biblioth. manusc. libri*, de Philippe Labbe, t. II, p. 223, 1657), ces Huttiers, Cabaniers ou Nioleurs, récemment étudiés, au point de vue anthropologique, par MM. Lagardelle et Hamy (3), par leurs conformations céphaliques diverses, semblent témoigner d'une ethnogénie complexe et multiple.

(1) *Le Poitou sous la domination romaine, sous le gouvernement des Visigoths et sous la première et la deuxième race de nos rois*, Nantes, 1856, p. 16

(2) *Histoire de la ville de la Rochelle et du pays d'Aulnis*, t. 1, p. 29-30, 2 vol., 1756, à La Rochelle.

(3) *Notes anthropologiques sur les Colliberts, Huttiers et Nioleurs des marais mouillés de la Sèvre.* (*Bull. de la Soc. d'anthr.*, 2e sér., t. VI, p. 203, etc.

MM. Francisque Michel (1), Guyon (2), Eugène Cordier (3) et Auzouy (4), assignent aux Cagots, encore actuellement disséminés dans quelques localités des Pyrénées occidentales, mais ayant également existé autrefois sous le nom de *Gahets* dans la Gascogne et la Guyenne, une chevelure blonde, des yeux bleus, une peau blanche, facilement injectée, de gros traits, l'absence ou l'adhérence du lobule auriculaire, etc. Ces caractères anthropologiques semblent militer en faveur de l'opinion de nombreux auteurs qui regardent les Cagots comme issus des Goths, comme des *Caas Goths* ou *chiens de Goths,* car Procope donne aux différents peuples de race gothique cette même blancheur de peau, cette même chevelure blonde, tout en les dépeignant comme beaux et grands. (*De Bello Vandalico,* t. I, § 1 et 2.)

Les Juifs de nos provinces méridionales, ainsi que l'indique M. Depping (5), furent pour la plupart chassés d'Espagne, soit lorsque Vamba, roi visigoth, contraint par son clergé, vers 672, ordonna leur expulsion, soit lors des persécutions de la Sainte Inquisition, principalement en 1492, sous Ferdinand le Catholique. Ces fugitifs se portèrent principalement dans les villes, entre autres à Bordeaux. En Auvergne, selon M. Francisque Michel (6), on leur donna le nom injurieux de *marrans,* dérivé de l'espagnol *marrano,* porc ou maudit. Selon M. Ignon, dans le Gévaudan, Montjézieu, Salmon, Booz, Ruth, Obed et autres localités des environs de Mende, de Marvejols; dans le département de la Lozère, auraient été habitées par des émigrants juifs (7). Ces Juifs du Midi, parfois désignés sous la dénomination de Juifs espagnols ou portugais, de race sémitique plus ou moins mêlée de sang ibérien ou de sang celtique, généralement se font remarquer par leur tête allongée, leurs cheveux noirs bouclés, leurs sourcils et leurs cils abondants, noirs, bien arqués, leurs grands yeux de couleur foncée, leur figure étroite, leur nez saillant, recourbé, leur profil arqué, leur teint mat, caractères anthropologiques très différents de ceux présentés par les Juifs dits allemands, qui, comme l'ont rappelé MM. Alf. Maury (8), Broca, Pruner-Bey et

(1) *Histoire des races maudites de la France et de l'Espagne,* 2 vol., Paris, 1847.

(2) *Sur les Cagots des Pyrénées (Comptes-Rendus de l'Académie des sciences,* 2e sér. t. V, p. 515, 1842).

(3) *Les Cagots des Pyrénées* (*Bull. trimestriel de la Société Ramond,* 1866, p. 51-58 et 107-120).

(4) *Les Crétins et les Cagots des Pyrénées* (*Annales médico-psychologiques,* Paris, 1867, 4e sér., t. IX).

(5) *Les Juifs dans le moyen âge,* p. 29-30, etc., 1834.

(6) *Les Races maudites,* t. II, p. 45

(7) *Note sur l'ancienne existence d'une colonie juive dans le Gévaudan* (*Mém. de la Soc. des antiquaires de France,* t. VIII, p. 320 et suiv., 1829).

(8) *Encyclopédie moderne,* publiée par F. Didot : KHAZARS.

Duchinski (1), sont des descendants de Chazares, de Bourtas, de Bulgares et d'autres Tourans, Slaves et Germains ayant embrassé le judaïsme à diverses époques, principalement du sixième au neuvième siècle, et ayant conservé plus ou moins mêlés leurs caractères ethniques.

Les Sarrasins, Sémites mêlés de Berbères, paraissent avoir laissé quelques descendants en France. Ainsi que MM. Reinaud (2) et Francisque Michel (3) l'ont fait remarquer, bon nombre des fils des conquérants du huitième siècle conservèrent des terres et une haute position sociale dans le Midi. Parmi les nombreux Morisques expulsés d'Espagne par Philippe III en 1610, d'habiles ouvriers en divers métiers furent retenus par les municipalités, par les habitants de quelques villes, entre autres de Bayonne. A Aubusson, on ferait remonter aux Sarrasins l'importation de la fabrication des tapis (4). De même qu'au confluent de la Vienne et de la Loire, dans la presqu'île le Véron, M. Fodéré a signalé la présence de descendants de Sarrasins au teint basané, au visage rétréci, aplati latéralement, aux cheveux très noirs (5); dans le Médoc, le village de Vendays aurait été fondé ou reconstruit par des Maures, défaits par Eudes, duc d'Aquitaine. Selon M. Elisée Reclus, les traits accusés, la beauté des femmes de cette localité seraient encore remarqués (6). Pareillement dans le département de la Creuse, aux environs de Chatelus, plusieurs localités situées autour de Montmaury, la montagne des Maures, auraient été peuplées par des Sarrasins fugitifs dont les descendants, selon M. Bussière (7), présenteraient une taille élancée, des formes grêles, une peau basanée, brune, un tempérament nerveux.

Les Bohémiens ou Gitanos, qui se donnent à eux-mêmes le nom de Roumna-chal (hommes errant dans les plaines), arrivés à Paris en 1427 (8), en Catalogne en 1447 d'après de la Peña y Farell, cité par M. Henry (9), paraissent s'être portés en assez grand nombre dans nos provinces méridionales, principalement dans le Roussillon

(1) *Bull. de la Soc. d'anthrop.*, t. II, p. 416, 417, et t. VI, p. 516, 517, 521.

(2) *Invasions des Sarrasins en France, et de France en Savoie, en Piémont et en Suisse*, p. 97, 268, 304, etc.; Paris, 1836.

(3) *Les Races maudites*, t. II, p. 88-90, etc.

(4) Vincent, *Etudes anthropologiques sur le Département de la Creuse*, l. c., p. 51.

(5) *Voyage aux Alpes maritimes*, t. I, p. 68, Paris, 1821.

(6) *Le Littoral de la France* (*Revue des Deux-Mondes*, p. 688, 1er août 1863).

(7) Cité par M. Vincent, *l. c.*, p. 50.

(8) *Journal d'un bourgeois de Paris sous le règne de Charles VII*, dans *Nouvelle Collection des Mémoires pour servir à l'histoire de France*, Michaud et Poujoulat, t. III, p. 248, Paris, 1837.

(9) *Extrait d'une histoire inédite du Roussillon* (*Mém. de la Soc. roy. des antiquaires de France*, t. X, p. 218, 1834).

et dans les Pyrénées occidentales, du côté de Mauléon, selon Walkenaer (1). Ces Bohémiens, toujours nomades au milieu de nos populations sédentaires, se font remarquer par leur chevelure noire, abondante, leur peau bronzée, leurs yeux expressifs, au regard brillant, leurs extrémités fines, etc.

Sans insister sur les descendants qu'ont pu laisser les Anglais dans la Guyenne, la Gascogne, la Saintonge, le Poitou, sans s'arrêter à quelques familles hollandaises et flamandes immigrées dans les Basses-Pyrénées et dans le Médoc, il faut encore rappeler que, sous les noms de Gavaches ou de Marotins, on désigne une population circonscrite, vraisemblablement de race celtique, parlant un patois de langue d'oïl, au milieu de populations de langue d'oc. MM. de Caila (2), Jouannet (3), Francisque Michel (4), Alexandre du Mége (5), et L. Dutruch, de Taillecavat en Gavacherie (6), rapportent qu'à la suite d'une épidémie ayant cruellement sévi de 1524 à 1527, Henri d'Albret fit venir de l'Anjou, de l'Angoumois et de la Saintonge, des familles de laboureurs qui, mêlées aux habitants ayant survécu à cette épidémie, composèrent la population de 47 communes situées sur les deux rives du Drot, affluent de la Garonne, dans les arrondissements de La Réole et de Marmande, des départements de la Gironde et de Lot-et-Garonne. Outre la diversité de langage et de certaines coutumes, l'indolence et la lenteur des Gavaches les différencieraient des Gascons. D'autres Gavaches venus de la Saintonge, considérée par les Gascons comme le véritable pays des Gavaches, habiteraient également le Bas-Médoc, aux quartiers de Soulac, de Certes et d'Audenge, selon M. Francisque Michel.

Ces notions d'ethnogénie, forcément très incomplètes, suffisent cependant pour montrer combien de races diverses ont concouru à la formation des populations du Sud-Ouest de la France. Elles suffisent également pour permettre de voir combien il faudra rassembler encore de documents historiques, de faits archéologiques, de descriptions ethnologiques, de mensurations ostéologiques, de recherches statistiques, avant d'arriver à connaître ces populations sous le rapport anthropologique.

(1) *Sur la diversité des races d'hommes qui habitent le département des Basses-Pyrénées, et sur celle des Bohémiens en particulier* (*Nouvelles Annales des voyages*, t. LX, p. 64, etc., 1833).

(2) *Notice sur quelques monuments, usages et traditions antiques du département de la Gironde* (*Mém. de l'Acad. celtique*, t. IV, 1832).

(3) *Musée d'Aquitaine*, t. III, p. 259, Bordeaux, 1824.

(4) *Les Races maudites*, t. I, p. 342.

(5) *Statistique générale des départements pyrénéens*, t. II, p. 146; Paris, 1828.

(6) *Bulletin de la Société d'anthropologie*, t. II, p. 561.

Discussion.

M. SANSAS, après avoir rendu hommage à l'érudition et aux recherches laborieuses de M. Lagneau, rappelle aux membres de la Section qu'il existe, au Musée de Bordeaux, un grand nombre de portraits de Gaulois des premier, deuxième, troisième et quatrième siècles, qui méritent d'être examinés; ces portraits sont sur des pierres tumulaires. Il fait ensuite observer qu'il existe, dans les provinces basques, ainsi qu'en Espagne, des individus à carnation blanche, aux yeux bleus, aux cheveux châtains et de haute taille, dont la présence s'explique plus encore par le passage des Goths et Wisigoths que par le mélange des Celtes repoussés en Celtibérie. Mais M. Sansas croit qu'il faut attacher plus d'importance au langage du peuple illettré qu'aux traits de la physionomie en général. C'est ordinairement dans le langage écrit ou littéraire, châtié sous l'influence des peuples dominateurs, qu'on recherche les origines d'un peuple. On a tort; l'étude du langage doit se faire dans les basses classes, parmi les paysans qui conservent davantage leur expression, et chez lesquels l'influence conservatrice du clergé se fait plus sentir.

A Bordeaux, par exemple, les Bituriges, Celtes d'origine, devaient parler celte avant l'invasion romaine. Dès que cette ville devint capitale de l'Aquitaine, elle s'associa complètement à la civilisation romaine. Le polythéisme latin remplace la religion druidique, les grands magistrats, les chefs militaires étaient romains, la langue romaine devint la langue officielle. Dès lors, les classes élevées se conformèrent aux mœurs et aux usages des Romains. Nous voyons, par les monuments épigraphiques, comment la transformation s'opérait. Les Gaulois conservèrent d'abord leur nom barbare, puis ils lui donnèrent la désinence latine, puis ils prirent le prénom latin, enfin, les noms devinrent entièrement latins.

Dès lors, le peuple ou le vulgaire, toujours étranger aux intérêts qui poussent les grands à s'assimiler aux vainqueurs pour partager les avantages et la puissance, se trouvant abandonné à lui-même, ne peut plus continuer à conserver dans sa pureté le langage national, puisqu'il avait perdu ses guides, ses savants, ses hommes de loisir, ses hommes recevant une éducation littéraire. Il conserva son vocabulaire, indispensable aux usages de la vie, mais il le conserva en donnant à ses mots, autant que les circonstances le permettaient, une désinence en harmonie avec le langage romain, et l'enrichit des mots nouveaux qu'il put s'approprier. Il fit un mélange de la gram-

maire primitive et de ce qu'il pouvait saisir au hasard dans les formes grammaticales de l'idiome dominant. Il se créa un patois appelé *latin rustique,* qui n'est pas une dégénérescence de la langue dominante, comme on l'a dit trop souvent, mais une dégénérescence de la langue primitive. C'est donc dans la langue vulgaire des illettrés, et non, comme on le fait, dans les monuments du langage littéraire qu'on doit rechercher les indices de l'origine d'un peuple. Ainsi, sur deux cents mots purement celtiques trouvés dans le langage vulgaire des peuples de la Gironde, on n'en trouve peut-être pas dix dans le langage gascon écrit aux douzième et treizième siècles.

En somme, ajoute M. Sansas, comment, selon nous, peuvent s'établir les rapports entre la linguistique et l'ethnologie?

1° Quand un peuple s'empare d'un pays uniquement pour s'y établir, il en extermine les anciens habitants, et leur langue périt ainsi avec eux. Ainsi ont procédé les peuples préhistoriques, les Hébreux s'emparant de la Palestine, etc., etc.

2° Quand un peuple ne cherche qu'à augmenter sa puissance ou son bien-être, ou bien qu'il ne forme qu'une masse guerrière énergique, mais peu nombreuse relativement au pays qu'il acquiert, il y a une distinction à faire. La où les conquérants s'établissent en nombre supérieur à celui des habitants qu'ils laissent sur le territoire, ou si, étant moins nombreux ils sont *plus civilisés* que les vaincus, ils les absorbent, la langue qu'ils parlent devient la seule langue nationale, sauf les résistances partielles que les circonstances peuvent amener. C'est ce qui est arrivé pour ce second cas, lorsque les Romains ont conquis la Gaule, et à peu près pour le premier, lorsque les Francs se sont établis dans le Nord de la France. Si, au contraire, les vainqueurs sont relativement peu nombreux, et si les vaincus sont plus civilisés, ce sont alors ceux-ci qui absorbent les vainqueurs. Ainsi les Wisigoths, maîtres de l'Espagne et du Midi de la France, n'ont pas sensiblement altéré le langage et les institutions du pays qu'ils avaient conquis, ils se sont eux-mêmes assimilés aux Gallo-Romains. Le Midi de la France, conquis mais non absorbé par les Francs, a conservé jusqu'à la fin du dernier siècle ses mœurs, ses institutions, son langage.

Les Anglais, qui ont dominé à titre héréditaire la Guyenne pendant quatre siècles, aussi longtemps que les Romains, n'y ont laissé aucune impression appréciable, tandis que les Romains, dans le même espace de temps, avaient complètement changé la face du pays.

3° Quand un peuple, par des motifs religieux ou autres, repousse toute alliance avec l'étranger, il conserve indéfiniment sa langue

nationale, car la langue nationale est conservée, quant au *vocabulaire*, par le peuple; quant à la *grammaire*, par les lettrés.

Ainsi, la langue basque se conserve, parce que les autorités la parlent officiellement dans leurs réunions politiques, parce que le clergé en fait usage dans ses sermons et dans ses relations avec le peuple.

Il en est de même pour le catalan, car à Barcelone, et à plus forte raison dans les campagnes, on prêche en *catalan*, les autorités parlent catalan à leurs subordonnés.

A Bordeaux, jusqu'au quinzième siècle, les actes de l'autorité publique étaient rédigés en roman-gascon, les instructions religieuses étaient faites dans cette langue, elle était parlée par tous et se conservait ainsi avec une certaine valeur littéraire. Elle avait ses orateurs, ses poètes. Il a cessé d'en être ainsi depuis que l'usage en a été interdit dans les relations officielles; elle s'affaiblit de plus en plus, on ne la retrouve que dans les lieux retirés, et elle finira par disparaître pour devenir une langue morte dont on ne pourra avoir alors qu'une connaissance bien imparfaite, car on ignorera son véritable caractère et les ressources qu'elle offre pour les travaux ethnogéniques.

La langue polonaise se conserve malgré toute la puissance de la Russie, parce que les classes lettrées refusent de s'assimiler la langue et la civilisation russes; si le contraire avait lieu, on n'en trouverait bientôt plus les traces qu'au fond des campagnes désertes. Il arriverait là ce qui est arrivé en Aquitaine après la conquête des Romains.

Le langage *parlé* est une nécessité de la vie, il se transmet naturellement de père en fils. L'enfant, lorsqu'il commence à parler, demande à ses parents le nom de chaque chose; il le transmettrait à son tour tel qu'il l'a reçu, si une voie étrangère et des circonstances exceptionnelles ne le forçaient à abandonner un mode auquel il est habitué. Pour bien connaître, en remontant le plus haut possible, le langage originaire d'un peuple, on doit donc s'adresser surtout au langage des hommes qui ont eu le moins l'*occasion* ou le *besoin* de transformer la langue de leurs pères. C'est une mine qui, exploitée avec soin et intelligence, doit produire des richesses inappréciables dans le domaine de l'ethnologie.

M. HOVELACQUE répond en ces termes : Il faut distinguer deux choses dans l'étude comparée des langues : la grammaire et les mots; ce qui fait la caractéristique d'une langue, c'est la grammaire. Les vaincus abandonnent avec plus ou moins de facilité les mots, mais conservent obstinément leurs formes grammaticales. A propos des Juifs espagnols dont M. Lagneau parle, il faut observer

que, sur le bas Danube, il s'en rencontre qui ont un type sémitique parfaitement accusé et dont la chevelure est souvent blonde ou même rousse. Ils se distinguent nettement des populations à chevelure brune qui les environnent, comme les Roumains et les Serbes, et des Juifs de la Galicie. Leur langue, bien que détériorée et gâtée par l'admission de nombreux vocables étrangers, est espagnole.

M. G. LAGNEAU dit que la présence de blonds parmi les Basques s'explique par l'immixtion des Wisigoths et des Suèves. Quant à la permanence des langues, elle est, selon lui, infiniment moindre que la permanence des races, car certaines races se sont perpétuées, avec leurs caractères physiques, depuis les temps paléontologiques jusqu'à nos jours.

M. H. CHAVÉE,

Professeur de linguistique à Paris.

L'anthropologie et la méthode intégrale en linguistique.

(Séance du 6 Septembre 1872.)

L'anthropologie est la science des races humaines.

La linguistique est la science des organismes syllabiques de la pensée, lesquels sont entre eux comme les races qui les ont spontanément créés.

La linguistique est donc la branche la plus élevée de l'anthropologie, comme l'anthropologie est elle-même la plus noble et la plus utile des sciences naturelles : « A quoi serviraient les études sur tous les êtres vivants, s'écrie M. Claude Bernard, si ce n'était pour arriver à mieux connaître l'homme (1)? » J'ajouterai : « A quoi serviraient les études sur les divers systèmes organiques de la parole, si ce n'était pour arriver à nous faire mieux connaître l'esprit humain, et dans ce qu'il a de commun à toutes les variétés primitives de notre espèce, et dans ce qu'il offre de particulier à chacune d'elles? »

Tel est, en effet, l'objet de la linguistique générale.

Dans chaque linguistique spéciale (linguistique indo-européenne ou aryenne, linguistique syro-arabe ou sémitique, linguistique finno-tatare, etc.), il y a pour chaque ensemble d'idiomes congénères (à langue-mère commune) une syntaxe comparative faisant suite à une lexiologie comparée.

(1) *De la Physiologie générale*, p. 336.

La lexiologie (non *lexicologie*) est la science des mots.

Or, quelle que soit la forme de leurs éléments premiers ou irréductibles, les mots, véritables *syngenèses* d'une idée et d'une syllabe, vivent deux vies à la fois, celle de la syllabe et celle du groupe sensitivo-logique incarné dans cette syllabe.

Chacune de ces deux vies est soumise à des lois naturelles rigoureuses.

On donne le nom de *phonologie lexiologique* à l'ensemble des lois qui régissent le devenir des sons et des bruits de la parole à travers les temps et les lieux.

J'ai donné le nom d'*idéologie lexiologique* ou *positive* à l'ensemble des lois qui règlent le devenir des idées, en tant qu'elles sont incorporées dans les mots.

L'idéologie positive est donc au devenir des groupes sensitivo-logiques incarnés dans les monosyllabes primitifs ce qu'est la phonologie positive au devenir des sons et des bruits constitutifs de ces mêmes monosyllabes.

En d'autres termes : par la nature même du double *processus* du langage, nous nous trouvons forcément placés en présence de deux codes naturels dont il nous faut, coûte que coûte, retrouver et formuler les lois : 1° lois de phonologie lexiologique ; 2° lois d'idéologie lexiologique.

Quel que soit l'organisme glottique mis à l'étude, l'un et l'autre de ces deux codes m'ont toujours paru indispensables à la constitution d'une lexiologie vraiment scientifique. Je m'empresse toutefois de reconnaître que le code idéologique ne saurait venir pour sa promulgation définitive qu'un temps plus ou moins long après l'établissement du code phonologique, sans la connaissance et l'observation rigoureuse duquel il est impossible de s'avancer d'un pas ferme sur le terrain des étymologies.

J'appelle méthode intégrale en linguistique, celle qui est constamment et également attentive aux exigences légales inscrites dans l'un et dans l'autre de ces deux codes.

En appliquant cette méthode, à la fois phonologique et idéologique, à la constitution de la lexiologie aryaque (1), voici pour l'histoire naturelle de l'esprit humain, particularisé dans la race la plus belle

(1) En comparant entre eux et en complétant l'un par l'autre le sanskrit, idiome sacré des Hindous, le zend ou ancien bactrien, le grec et le latin, le gotique (non *gothique*) et le tudesque ou ancien haut-allemand, le lithuanien et l'esclavon, l'ancien irlandais et les dialectes kymriques, on reconstitue, par un long mais délicieux labeur, un ensemble de formes lexiques et grammaticales communes, dont ces langues diverses ne sont que des variations historiques. Ainsi retrouvée et rétablie par la science, la langue des Aryas avant la séparation de leurs tribus porte le nom d'*aryaque* ou d'*aryen primitif*.

et la plus intelligente de notre espèce, quelques résultats positifs que les amis de l'anthropologie préhistorique ne trouveront peut-être pas dépourvus de tout intérêt.

Le parler commun des Aryas, avant la séparation de leurs tribus, ne présente en dernière analyse, et sans compter les cris interjectifs, que deux espèces de mots simples ou irréductibles :

1° Des pronoms monosyllabiques montrant l'être individuel et la place qu'il occupe;

2° Des verbes monosyllabiques peignant une action et rappelant l'être qui fait ou qui subit cette action.

Trop confiant dans les procédés artificiels d'anatomie lexique employés par les brahmanes, le père de notre discipline, Franz Bopp, ne put arriver à la morphologie de ces monosyllabes premiers ou irréductibles qui constituèrent la première strate du parler des Aryas primitifs.

Par la même docilité trop grande à accepter et à reproduire telles quelles des analyses très nombreuses de formes sanskrites dues à la méthode anti-scientifique des grammatistes hindous, Bopp ne trouva point, ni ne pouvait trouver ainsi les lois de la dérivation.

Qu'elle soit *explicite* (extérieurement représentée dans les étoffes syllabiques) ou *implicite* comme dans les verbes-noms dont je parlais tout à l'heure (1), la dérivation ne change rien à la nature de l'idée première; elle se contente de varier le point de vue sous lequel elle considère cette même forme, cette même idée.

Implicite ou explicite, la composition, elle, s'attaque à la nature même de l'idée dont elle change les contours par des mots limitatifs préfixés (composition explicite ou ordinaire), ou simplement *in petto* par des notions déterminatives additionnelles, bien que toujours sous-entendues. Ce dernier mode de composition, la composition latente ou implicite, correspond au procédé général de la nature dans ses mouvements évolutifs : c'est l'*individualisation* d'une forme antérieure plus vague ou moins limitée par des notions de rapports nouveaux. Là est le grand secret de l'évolution de l'idée dans le corps du vocable. La figure extérieure du mot restant la même, le mouvement individualisateur s'opère et s'accomplit dans le domaine purement logique. L'idée spécifique (espèce RÉPANDRE, par exemple) s'individualise ainsi en un certain nombre de *variétés* (*semer*, *couler* et

(1) La parole aryaque a gardé jusqu'aux époques historiques un assez grand nombre de verbes-noms. Je citerai sous leur forme sanskrite *sû*, arroser, féconder, et *sû* (le fécond), le sanglier, le porc; *gu* ou *gau*, mugir, crier, et *gau* devenu *gô*, bœuf, taureau, vache; *pâ*, garder (d'où conserver, nourrir), et *pâ*, gardien, dans *gô-pâ*, vacher, pasteur, maître; *mâ*, étendre, créer, et *mâ*, procréatrice, mère; *bhi*, trembler, et *bhi*, crainte; *bhâ*, luire, briller, et *bhâ*, étoile, planète, etc.

luire sont les trois variétés aryaques de RÉPANDRE), variétés qui, elles-mêmes, se particularisent à leur tour en *sous-variétés* (*arroser* et *pleuvoir* sont des sous-variétés de *couler*, variété bien connue des verbes premiers au sens de *répandre*).

La dérivation et la composition implicites affectent les pronoms simples non moins que les monosyllabes verbaux primitifs. Nous avons dit que le pronom simple est un geste oral monosyllabique (comme TA, SA, lui, ce, celui, il ; KA, KI, qui ? et quelqu'un ; A, celui-là ; I, celui-ci, etc.), montrant à la fois l'être individuel et la place qu'il occupe. Le pronom complet contient donc deux idées : celle d'un être, d'où l'abstrait *substance,* et celle d'une position relative dans l'espace. La dérivation implicite fait ici des demi-pronoms, abandonnant complètement l'idée d'être pour ne plus voir que des positions dans l'étendue et, plus tard, des positions ou des époques dans le temps. Tels sont les pronoms neutres TAD, AD, ID, KIM devenant adverbes, prépositions et conjonctions.

Que si, maintenant, nous voulions serrer de près la synthèse des idées représentées par les verbes indo-européens monosyllabiques, nous en obtiendrions sans trop de peine la loi de formation du verbe, sa vraie définition : le verbe simple est l'union intime, indissoluble d'un groupe sensitivo-logique, nommé action, et d'un geste oral monosyllabique, reproduisant par contrefaçon la sensation dominante, auditive ou musculaire, de ce même groupe mental qu'il ressuscite et dans lequel, entré par droit de naissance, il restera désormais inclus en qualité de signe abréviatif perpétuel.

Il y a là, pour le monosyllabe verbal primitif, une double loi de formation. Quand l'action qu'il s'agit de rappeler est bruyante ou caractérisée par un son facilement imitable, la parole aryaque affirme aujourd'hui et rappellera demain la perception et la conception de l'action par une contrefaçon orale du bruit ou du son caractéristique senti. De là, je le répète, l'onomatopée que tout le monde connaît. Ainsi GU (pronom *gou*), mugir, qui a donné le nom de la vache GAU, sanskr. *gô;* ainsi SPU, souffler, d'où respirer; ainsi SKR, gratter, râcler, sont des phonomimes aussi aisément intelligibles aujourd'hui qu'ils le furent au moment de leur création. Par GU j'ai voulu représenter le genre CRIER; par SPU, le genre SOUFFLER; par SKR, le genre RACLER.

Mais voici qu'en dehors des onomatopées, peu nombreuses d'ailleurs dans la langue commune, tous les verbes restants, — et c'est la grande majorité, — ne représentent jamais que deux genres contrastés d'action :

1° Des actions à base de mouvement compressif ou convergent :

2° Des actions à base de mouvement expansif ou divergent.

Les premières, composant le genre PRESSER, sont les espèces sensitivo-logiques :

1re Poser, Établir.

2e Fléchir, Courber,

3e Serrer, Condenser.

Les secondes, formant le genre TENDRE, sont les espèces :

1re Aller, Tendre vers,

2e Étendre, Développer,

3e Répandre, Verser.

Chacune des trois espèces du genre PRESSER et chacune des trois espèces contrastées du genre TENDRE offre un nombre plus ou moins considérable de variétés qui, elles-mêmes, s'individualisent à leur tour en sous-variétés parfois assez nombreuses. C'est ainsi que, dans le genre PRESSER, l'espèce Fléchir se particularise dans les dix variétés suivantes par de véritables compositions implicites :

1° Fléchir, d'où *entourer* (fléchir autour) avec ses sous-variétés (par de nouvelles compositions latentes), *embrasser* (entourer avec les bras), *prendre* (entourer avec les doigts, avec les mains), *couvrir, garder,* etc.

2° Fléchir, d'où *bondir, sauter, marcher* (fléchir les membres pelviens).

3° Fléchir, d'où *s'incliner, se coucher, s'asseoir* (fléchir son corps, le mettre dans un état de flexion ou de demi-flexion).

4° Fléchir, d'où *tourner, rouler, tourbillonner, voler,* etc.

5° Fléchir, d'où *lier, entrelacer* (fléchir l'un dans l'autre).

6° Fléchir, d'où *tordre, tourmenter* (fléchir rudement).

7° Fléchir, d'où *rompre, briser* (un des effets de la flexion).

8° Fléchir, d'où *être concave, creuser.*

9° Fléchir, d'où *être convexe, s'élever en bosse.*

10° Fléchir, d'où *trembler* (fréquentatif : fléchir et fléchir encore).

Dans toutes les espèces des cinq genres logiques qui composent le domaine verbal indo-européen, toutes les individualisations sont dominées par ce grand principe commun à toutes les sciences naturelles : *Non fit saltus in naturâ.* Du même SKA, fléchir, vous irez facilement par individualisation directe (composition implicite) soit à SKA, marcher, soit à SKA, entourer, soit à SKA, lier, soit à SKA, rompre, soit à SKA, être creux, soit enfin à SKA, trembler, secouer, être agité; mais essayez donc de sauter directement de SKA, entourer, couvrir (d'où skr. *chad.*, etc.), à SKA, trembler, d'où SKAg, skr. *khaj.*

La loi d'assimilation, ce forceps dont se sert l'esprit analogique

pour extraire de l'âme l'idée profonde et l'amener dans le monde des réalités sensibles, avec le relief accusé du fait physique, voilà le grand instrument qui, joint aux lois de dérivation latente et de composition implicite, permit à l'homme de tout peindre, de tout dire.

Au lecteur de juger si, en dehors de la méthode intégrale que je préconise ici, l'histoire de la pensée aryenne, aux temps préhistoriques, pourrait être tentée avec quelque chance de succès.

M. E. TRUTAT,

Conservateur du Musée d'histoire naturelle de Toulouse.

Mâchoires dites taillées d'Ours des Cavernes.

(Séance du 6 Septembre 1872.)

Dans les premières recherches antéhistoriques, il semble que l'unique but des observateurs ait été de recueillir des faits permettant d'établir la coexistence de l'homme et des espèces quaternaires. Cette préoccupation a non seulement été cause que bien des faits sont passés inaperçus, mais aussi que des conclusions ont été basées sur des observations un peu trop rapides.

Aussi voudrions-nous que tout explorateur eût continuellement présente à l'esprit cette sage observation de M. Lartet :

« L'étude des cavernes à ossements réclame une attention réfléchie et un peu de cette expérience que la pratique des explorations peut seule procurer. L'observateur s'y trouve souvent en présence de faits si complexes qu'il est bien difficile, même avec un esprit dégagé de toute préoccupation, de ne pas tomber dans quelque erreur d'appréciation quant aux circonstances qui ont déterminé ou accompagné l'introduction des ossements. Il faut aussi tenir compte des événements consécutifs qui ont pu modifier la répartition des matériaux constituant les dépôts ossifères, et quelquefois même intervertir l'ordre de leur superposition (1). »

Malheureusement ces règles n'ont pas toujours été appliquées dans toute leur rigueur, et il conviendrait, ce nous semble, d'examiner à nouveau certains faits contestables, qui n'ajoutent rien de plus aux données essentielles, et ne font, pour ainsi dire, qu'encombrer la voie en donnant prise à la critique.

(1) *Revue archéologique*, avril 1864.

Nous ne voulons examiner, pour le moment, qu'un seul fait de ce genre; et nous allons étudier la question de savoir : si les mâchoires taillées des grands carnassiers, recueillies dans les dépôts d'Ours des cavernes, sont réellement l'œuvre de la main humaine.

Disons tout d'abord que toutes les stations d'Ours des cavernes que nous connaissons, nous ont donné des pièces de ce genre. Celles que nous mettons sous vos yeux proviennent des grottes de Lherm et d'Auber dans l'Ariége, et de Minerve, dans l'Aude; toutes font partie des collections du Musée d'histoire naturelle de Toulouse.

Ces mâchoires ont pour caractère d'avoir leur partie postérieure enlevée, et cela d'après un plan uniforme; une première cassure a détaché toute la branche montante des maxillaires, puis une série de cassures a enlevé une partie plus ou moins grande du rebord inférieur; tout cela, dit-on, afin de façonner en poignée facile à mettre en main cette partie de l'os et transformer ainsi en crocs redoutables ces mâchoires d'Ours.

Pour nous, ces mâchoires n'ont jamais été travaillées. Pendant longtemps nous avons cherché à nous rendre compte de la présence de ses pièces, en tant qu'*armes,* au milieu de l'énorme dépôt de la caverne de Lherm, et il nous semblait bien difficile d'admettre la possibilité de la présence de l'homme dans cet antre ténébreux, alors surtout que nous connaissions assez complètement cette station.

Celles de ces mâchoires qui proviennent de la caverne de Lherm ont toutes été extraites de la salle d'Amphytrite, long boyau situé à quelques centaines de mètres des deux entrées de la caverne. Le dépôt ossifère mesurait environ 5 mètres d'épaisseur, et dans certains points les ossements étaient accumulés en si grand nombre que, dans un espace d'environ 5 mètres carrés, nous avons vu extraire seize crânes d'ours et des autres pièces du squelette en proportion; le tout mélangé pêle-mêle, sans aucune stratification. Enfin, les mâchoires taillées ou les os cassés, dont nous allons parler, ne dépassaient certainement pas la proportion de 1 pour 1,000.

Tous les autres ossements étaient intacts, sans la moindre trace de coups. Nous pouvons déjà conclure, nous semble-t-il, que l'homme n'est pas l'auteur de cette hécatombe, il aurait laissé de plus nombreuses traces de son passage.

Nous serons donc déjà obligés de rechercher une autre origine à ces mâchoires taillées; leur examen attentif va nous les montrer toutes portant encore les traces de l'ouvrier qui s'est chargé de ce travail, et cet ouvrier n'est autre qu'un grand carnassier. Voici ces traces, ces marques.....

Mais, nous dira-t-on, un animal ne peut avoir ainsi façonné toutes

ces mâchoires sur un même modèle, l'homme seul a pu atteindre un pareil résultat.

Dans quel but les carnassiers, supposés pour le moment les véritables auteurs de ces armes, ont-ils attaqué ces os? Évidemment pour se nourrir des parties charnues qui pouvaient y adhérer; la partie antérieure du maxillaire ne pouvait en fournir qu'une faible quantité : dans tous les cas, ces parties (les lèvres) ont une adhérence presque nulle aux os de la mâchoire; dans la partie postérieure, au contraire, les masses charnues étaient encore énormes. De plus, c'était toujours sur un point déterminé justement par les insertions musculaires que se portait l'effort du carnassier, l'os a donc éclaté toujours en ces mêmes points; mais alors il s'est produit un phénomène remarquable, un véritable *clivage,* l'os éclatant où se trouvait sa plus faible résistance. Voilà pourquoi toutes les mâchoires taillées sont fendues parallèlement au canal dentaire.

Nous croyons donc que l'explication que nous proposons est facilement admissible, alors surtout que l'examen de quelques os des membres regardés, eux aussi, comme travaillés de main d'homme, vont apporter de nouvelles preuves à l'appui de notre opinion. Voici des os de ce genre; et sur ces fragments de cubitus ou d'humérus, vous remarquerez que les points où se font les insertions musculaires les plus considérables, sont tous enlevés ou sillonnés de traces de dents. Sur les pièces qui proviennent de la grotte de Lherm, ces traces sont le plus souvent en partie effacées; mais dans d'autres stations, au contraire, leur netteté est remarquable, et voici des pièces provenant de la caverne d'Auber, sur lesquelles les empreintes des dents sont d'une netteté parfaite.

Il nous reste enfin à examiner comment ces mâchoires et ces os taillés ont pu être introduits dans les profondeurs de la caverne de Lherm (par exemple), recoins obscurs et humides, et certainement inhabitables pour l'homme; quelque sauvage qu'on puisse l'imaginer.

La caverne de Lherm est un immense dépôt ossifère dans lequel tout semble s'être déposé en même temps; il est, en effet, impossible de distinguer la moindre trace de stratification, et les parties supérieures contiennent les mêmes espèces que les parties inférieures.

A quoi attribuer ce remplissage? Pour nous, il résulte d'une inondation qui serait survenue rapidement et qui aurait surpris, dans ce refuge, les grands carnassiers et quelques herbivores de la contrée. En effet, tous les ossements contenus dans la caverne de Lherm sont empâtés dans une argile jaunâtre mélangée de petits cailloux roulés, et ce n'est qu'en des points limités que la masse argileuse manque

et se trouve remplacée par des dépôts calcaires dus aux infiltrations des parois.

Sans être grand partisan des cataclysmes diluviens, il nous semble impossible de ne pas reconnaître dans les Pyrénées une action diluvienne post-glaciaire d'une puissance considérable. Nos plaines sous-pyrénéennes ne sont-elles pas en partie comblées par d'énormes amas de débris roulés arrachés par des cours d'eau immenses aux moraines accumulées au pied des montagnes ? Et ces moraines, nous le savons, en partie du moins, quaternaires depuis que la tranchée du col de Bazère nous a montré le Renne enfoui à 13 mètres de profondeur au-dessous d'une moraine relativement récente et au-dessus d'un dépôt glaciaire dont nous ne connaissons pas l'âge.

Sans doute la transition de cette période de la grande extension de nos glaciers pyrénéens au régime actuel ne s'est pas faite subitement, mais nous pouvons certainement admettre que des circonstances exceptionnelles ont amené des débâcles subites qui, tout en étant limitées, n'en produisaient pas moins des effets considérables dans les régions où leur action se faisait sentir.

A Lherm les choses nous semblent s'être produites dans de telles conditions, et voici, en résumé, l'hypothèse à laquelle nous croyons devoir nous arrêter :

Les entrées de la caverne de Lherm étaient habitées tout d'abord par l'Ours des cavernes : cette espèce était certainement plus carnivore que les espèces actuelles, et, dans quelques circonstances, certains sujets devaient dévorer leurs camarades; la hyène devait aussi s'introduire dans ce repaire (nous y trouvons des pièces de son squelette), et se nourrir des ours morts dans leur demeure.

Les parties de la caverne habitées par l'ours, l'entrée surtout, contenaient donc les restes de ces repas ; plus tard une irruption des eaux vint entraîner dans les profondeurs de la caverne les ours, réfugiés dans cet abri ou entraînés par le tourbillonnement des eaux, en même temps que les débris rongés; ceux-ci, dépouillés de toutes leurs parties charnues, subissaient alors l'effet du roulis, leurs ongles s'émoussaient, les traces de dents s'effaçaient plus ou moins, et ainsi se trouvaient produites ces pièces singulières où l'imagination avait voulu voir l'arme primitive de l'homme contemporain de l'Ours des cavernes.

Nous aurons peut-être ainsi démontré que l'homme ne fréquentait pas la caverne de Lherm et les autres cavernes analogues, alors qu'elles étaient habitées par le grand Ours quaternaire, mais nous ne détruisons en rien le fait de la coexistence de cette espèce et de nos premiers ancêtres ; bien d'autres observations ont surabondamment prouvé cette contemporanéité.

M. LECOQ DE BOISBAUDRAN.

Sur les flèches-harpons préhistoriques.

(Séance du 6 Septembre 1872.)

Je ne sais pas si on a donné l'explication du fait que les flèches-harpon préhistoriques ou actuelles sont barbelées d'un côté seulement. Si la raison physique de cette dissymétrie n'est pas déjà connue, je me hasarderai à soumettre aux hommes plus compétents que moi l'idée qui a traversé mon esprit lors de la conférence de M. Broca. Par suite de la réfraction des rayons lumineux qui passent obliquement de l'eau dans l'air, un poisson paraît plus haut qu'il ne l'est en réalité. Avec des flèches ordinaires, il faudrait viser l'animal bien au-dessous; correction d'autant plus difficile à effectuer que sa valeur varie avec la profondeur de l'eau et l'obliquité du tir. Mais, si les barbelures existent d'un côté seulement, la résistance que la face barbelée de la flèche éprouvera dans l'eau, sera notablement supérieure à celle que produira le frottement du liquide sur la face unie. Il se formera donc un couple de forces tendant à dévier la trajectoire suivant une courbe dont la concavité sera tournée du côté qui porte les barbelures. Il suffit qu'au moment du tir les barbelures occupent la partie inférieure de la flèche-harpon, pour que la déviation de ce projectile soit de même sens que celle du rayon lumineux. L'erreur qui aurait pu provenir du déplacement de la position apparente du but par rapport à sa position réelle, sera en grande partie compensée, et la visée pourra se faire sans précautions particulières.

Dr Paul TOPINARD.

Mesure du prognathisme (alvéolo-sous-nasal).

(Séance du 9 Septembre 1872.)

Il y a deux méthodes en crâniologie, ou du moins deux façons d'étudier les crânes. L'une consiste à prendre un crâne isolément, à en observer les traits généraux, à le rapprocher par la pensée de ceux qu'on a maniés précédemment, et à le caractériser en peu de mots. Elle exige un grand esprit d'observation et de synthèse, un coup d'œil excellent, quelque sentiment artistique et, par dessus

tout, une mémoire exceptionnelle, ce qui n'est pas accordé à tout le monde. Parfois elle donne des aperçus généraux très justes, des résultats brillants qui méritent d'être qualifiés de génie. Mais souvent aussi elle ne fournit que des notions indécises, toutes personnelles et difficiles à formuler, donc à communiquer. C'est par cette méthode qu'on arrive à caractériser le crâne indo-européen, le crâne arabe ou tel autre, au gré de l'observateur, par la beauté de ses lignes, la pureté de ses contours et l'harmonie qui règne dans toutes ses parties et répond au degré vrai ou supposé que le sujet occupe dans l'échelle des races.

Je n'ai pas besoin de dire que ce procédé n'a rien de scientifique et est de plus en plus délaissé.

La seconde méthode consiste à apprécier, avec de bons instruments, ce que l'œil perçoit, à trouver des points de repère pour ces mensurations qui permettent à des observateurs éloignés d'opérer exactement dans les mêmes conditions, et à agir sur des séries de crânes aussi nombreux que possible, de façon à effacer les variations individuelles. C'est la méthode numérique ou des moyennes. Longue et laborieuse, elle exige une grande dose de patience, mais les résultats, lorsque les procédés sont bons et les mesures prises avec intelligence, en sont positifs et peuvent être compris de tous et transmis aux extrémités du monde savant. En effet, il ne faut pas travailler que pour soi; un jour les crânes les plus précieux de nos collections seront détruits par le temps, il faut qu'il en reste autre chose que des impressions personnelles exprimées *ad libitum*.

La nature des lectures inscrites cette année pour être lues dans la Section d'anthropologie témoigne suffisamment de la faveur dont jouit, en France, cette méthode propagée surtout par l'un des fondateurs de cette Association, le professeur Broca.

Pour ma part, je fais usage depuis plusieurs années, et indépendamment des instruments ordinaires comme le céphalomètre, le compas à glissière, le ruban métrique, le goniomètre, etc., d'un petit appareil d'une grande simplicité, que chacun peut fabriquer sur place et en tout lieu, et qui permet de prendre directement sur le crâne un certain nombre de mesures de premier ordre qu'auparavant on n'obtenait que sur des épures ou projections sur le papier. Il réalise une grande économie de temps et dépasse, pour la précision de ses résultats, tout ce qu'on a tenté jusqu'ici dans cette voie.

Je me borne à citer quelques-unes des mesures les plus délicates et les plus fécondes en applications qu'il donne :

1re La mesure des divers prognathismes.

2e La hauteur véritable du crâne au-dessus des condyles occipitaux

ou du trou occipital, à volonté, hauteur qu'il ne faut pas confondre avec le diamètre vertical ou basilo-bregmatique, qui est toujours plus ou moins oblique et dont on se servait faute de mieux.

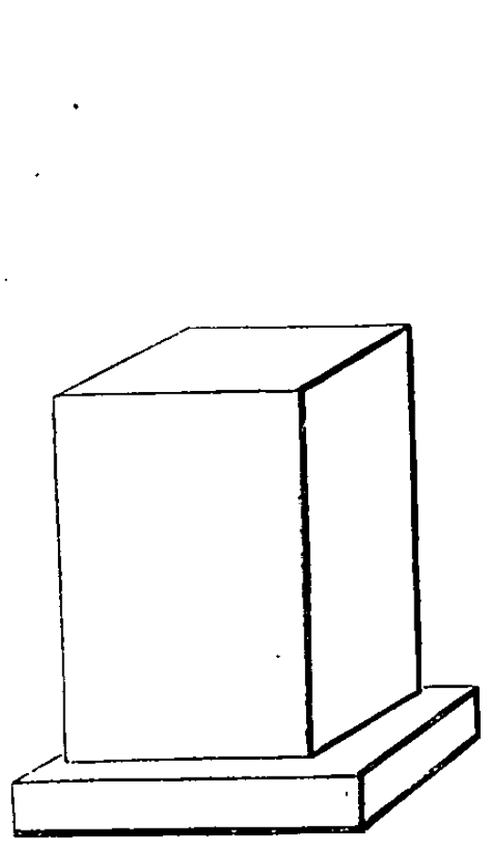
3e La hauteur de l'inion au-dessus du trou occipital et par conséquent l'épaisseur exacte du cervelet, que l'on n'appréciait auparavant que par voie indirecte et d'une manière approximative.

4e La hauteur du trou auditif au-dessus des condyles occipitaux ou du point basilaire, mensuration sur l'utilité de laquelle M. Broca insiste, avec raison, dans ses conférences.

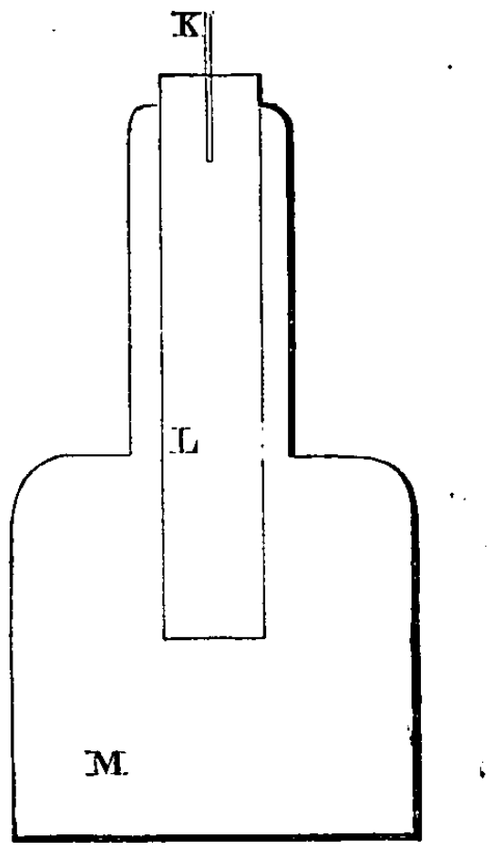
5e La hauteur absolue du crâne, du menton à son sommet, et par conséquent le rapport du diamètre transverse maximum de la tête avec son diamètre vertical maximum dans l'attitude où elle se présente naturellement sur le vivant. Ce rapport, à coup sûr, est l'un des traits de la physionomie qui frappe tout d'abord l'attention du voyageur mis en présence d'un indigène, et presque rien n'a été écrit sur lui.

6e La saillie du bord supérieur de l'orbite au-dessus de son bord inférieur, qui donne en chiffres un caractère de premier ordre pour certaines races mélanésiennes.

7e La hauteur des points les plus importants des pommettes, dont la situation exacte est si importante pour la connaissance des races jaunes, etc., etc. (1).

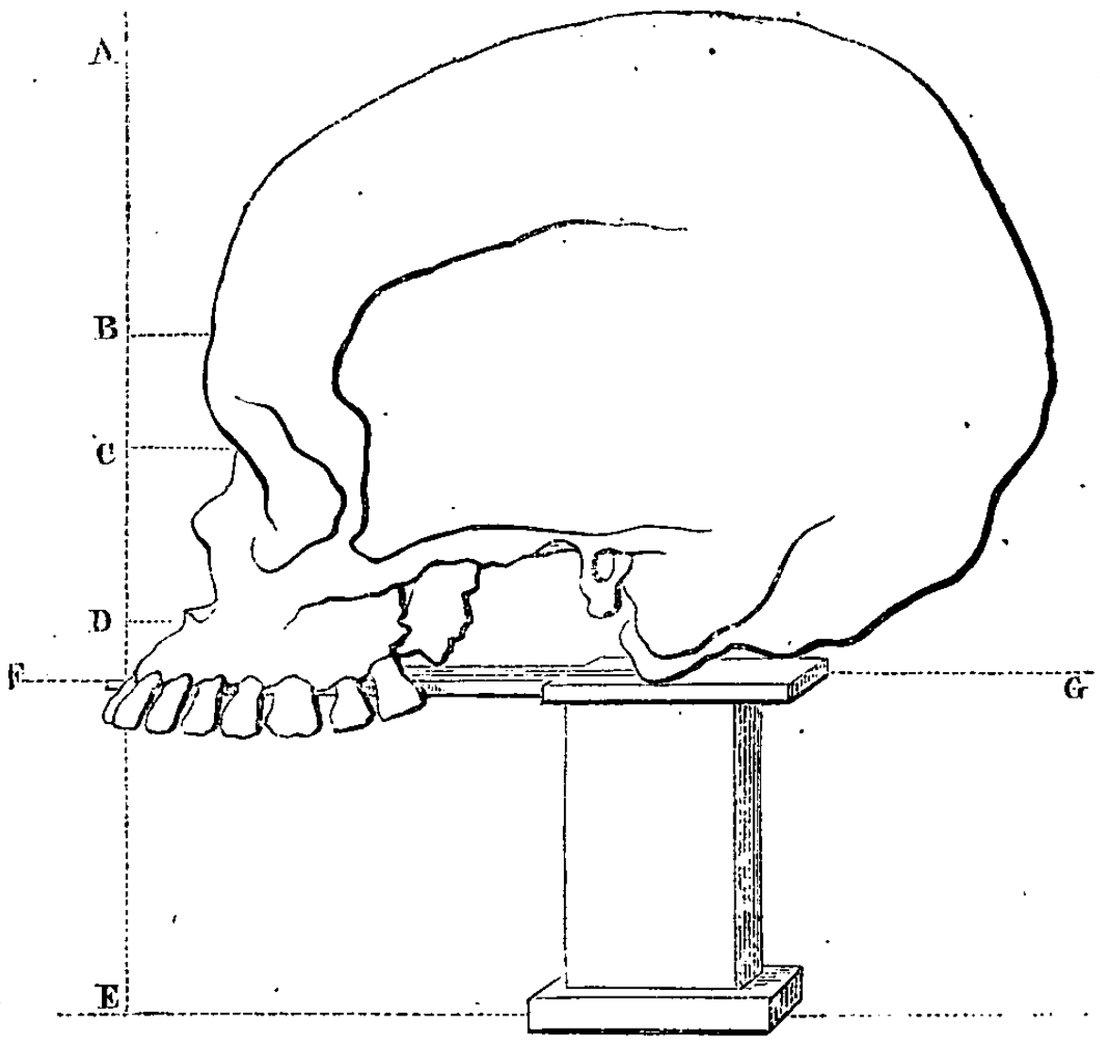


(Fig. 14.)



(Fig. 15.)

(1) Je donnerai quelques détails sur cet instrument, afin que chacun puisse le faire construire à sa volonté. Toutes les pièces, principales ou accessoires, en sont en bois. Il se compose : 1° d'un piédestal (*fig. 14*) de 9 centimètres de hauteur, de 4 centimètres sur



(Fig. 16.)

En somme, ce crâniophore (de χρανίον, crâne, et φέρω, je porte) repose sur les principes suivants : le crâne humain doit le plus souvent être étudié dans son attitude naturelle, c'est-à-dire les deux axes des cavités orbitaires regardant à l'horizon. Le plan passant par les deux condyles occipitaux et par le bord alvéolaire supérieur est précisément parallèle au plan passant par ces deux axes orbitaires. L'instrument a pour objet de maintenir le crâne en équilibre sur ce plan inférieur, de façon à ce qu'on puisse faire circuler autour

chaque face, avec élargissement de 1 centimètre à sa base; ses deux faces supérieure et inférieure doivent être mathématiquement parallèles; 2° d'une planchette, à faces rigoureusement parallèles aussi, de 1 centimètre d'épaisseur, et se composant d'une portion élargie M, qui a 52 millimètres de largeur sur 48 de longueur, et d'une portion rétrécie dans laquelle glisse dans une mortaise une lame de bois L de 5 millimètres d'épaisseur, 11 millimètres de largeur et 75 de longueur, s'enfonçant, d'une part, dans la partie large de la planchette, de 25 millimètres, comme le montre la figure 15, et en ressortant, d'autre part, de 6 millimètres; elle est destinée à allonger ou raccourcir la planchette pour pouvoir l'adapter à tous les crânes. A l'extrémité de cette lame L est une lamelle d'acier K, placée de champ et la débordant de 6 ou 7 millimètres.

Toutes ces dimensions sont de rigueur; les angles mêmes doivent être arrondis, y compris les deux postérieurs, qui ne le sont pas sur la figure.

Voici maintenant la façon de s'en servir :

La planchette étant posée sur le piédestal, on pose les deux condyles occipitaux du crâne sur la partie élargie de la planchette et le bord alvéolaire sur son prolongement; si les dents sont en place, la lamelle d'acier est là pour s'insinuer entre les deux incisives médianes.

Dans cette situation, le crâne est en position sur son plan horizontal naturel et tout simplement exhaussé à 10 centimètres de la table, position que les diverses saillies de sa

toutes les équerres appropriées et en mesurer directement les projections, soit sur le plan horizontal qui est au-dessous, soit sur un plan vertical qu'on dresse en arrière, soit sur un plan latéral.

L'étude du prognathisme nous servira d'exemple pour montrer le parti qu'on en peut tirer.

Le prognathisme (de πρό, en avant, et γναθος, mâchoire) est une expression employée d'abord par Prichard pour désigner une forme particulière du crâne, dont le trait principal est l'allongement ou la proéminence des mâchoires et qui s'observe, dit-il, chez les nations les plus dégradées de l'Afrique et chez les sauvages de l'Australie. Par ce point seulement, ajoutait-il, l'homme se rapproche des chimpanzés et autres grands singes. C'est ce qui ressemble à un museau dans l'espèce humaine que Prichard entendait ainsi dénommer.

Mais les diverses régions superposées de la face concourent d'une façon variable selon les races à cette disposition. Les parties supérieures sont toujours plus ou moins obliques en bas et en avant; les parties inférieures ne sont qu'exceptionnellement obliques en haut et en avant. Il fallut aussi créer des mots pour les cas opposés.

De là les deux expressions qui ont pris naissance d'*orthognathisme* (de ὀρθὸς, droit, et γναθος, mâchoire), lorsque les dents sont verticales, et d'*opisthognathisme* (de ὄπισθεν, en arrière, et γναθος, mâchoire), lorsqu'elles se portent en arrière.

De là aussi les distinctions admises par les instructions de la Société d'anthropologie de Paris entre le prognathisme double, quand les deux mâchoires y contribuent, ou simple; entre le prognathisme complet, quand toutes les parties situées, soit au-dessous, soit au-dessus de la bouche y concourent, ou incomplet; elles eussent dû ajouter : entre le prognathisme limité à la portion inférieure, sous-nasale du maxillaire supérieur, et celui du maxillaire en totalité.

face inférieure l'empêchent de prendre sur cette table. Dès lors on pourra prendre sur lui et à l'aide d'équerres appropriées toutes les projections désirables (*fig. 16*).

Pour celles qui concernent le prognathisme, j'ai deux équerres : la première est une petite équerre pleine, graduée en centimètres et millimètres sur son bord supérieur, et taillée en biseau; la seconde est une grande équerre à deux branches à angle droit : l'une lourde et massive servant à la maintenir d'aplomb sur la table, l'autre graduée et se dressant au contact des alvéoles.

En faisant promener horizontalement la première sur la seconde, et plaçant sa pointe sur le point sous-nasal (pour le prognathisme sous-nasal), je lis : 1° sur le bord supérieur de la petite équerre, la distance horizontale de ce point à la verticale; 2° sur la grande, la hauteur de ce point au-dessus du plan horizontal condylo-alvéolaire, que me donne la face supérieure de la planchette et du point 10 (que l'on prend comme 0) de la grande équerre.

C'est le procédé dit de la *double équerre*, et, avec ce *crâniophore*, il peut être varié à l'infini, et arrive à donner toutes les projections du crâne sur l'un quelconque de ses trois plans fondamentaux : l'antéro-postérieur vertical, le transverse vertical, et l'horizontal naturel ou condylo-alvéolaire.

Enfin, les auteurs parlent souvent d'un prognathisme de la face d'une manière générale, et les instructions de la Société d'anthropologie prescrivent de le mesurer à l'aide d'une perpendiculaire abaissée du sommet du triangle facial sur sa base, la portion de cette base laissée en avant « mesurant le prognathisme », assurent-elles.

De là une certaine confusion lorsqu'on parle de prognathisme, les uns entendant la convergence vers la bouche des parties supérieures et inférieures en entier de la face, les autres la projection des dents et des arcades osseuses qui les supportent.

Il me paraît donc, avant tout, indispensable de distinguer les diverses espèces de prognathisme, en tenant compte de leur siége anatomique et de la façon indépendante dont elles peuvent se présenter. Un sujet, une race tout entière peut être très prognathe de toute la région supérieure de la face jusqu'à l'épine nasale, et ne plus l'être de la région située au-dessous.

On doit, en premier lieu, séparer le prognathisme inférieur portant sur les dents, les arcades alvéolaires ou le corps de la mâchoire inférieure du prognathisme supérieur, et, en second lieu, admettre dans ce dernier les quatre variétés suivantes :

1re Le prognathisme de la face, c'est-à-dire l'obliquité de la face du point où elle se détache du crâne jusqu'au sommet des incisives; c'est la ligne faciale du triangle de Cuvier, prolongée jusqu'aux incisives.

2e Le prognathisme du maxillaire supérieur, c'est-à-dire l'obliquité de cet os en totalité, depuis le sommet de ses apophyses montantes, à la racine du nez, jusqu'à l'extrémité des incisives.

3e Le prognathisme sous-nasal ou alvéolo-dentaire, c'est-à-dire la ligne ou le plan oblique étendu du point sous-nasal, ou mieux de la limite antérieure du plancher des fosses nasales au sommet encore des incisives.

4e Le prognathisme dentaire, c'est-à-dire l'obliquité des dents à partir de leurs alvéoles.

Mais les dents ne sont que des appendices implantés sur le squelette, elles se renouvellent et tombent souvent de bonne heure, très souvent elles manquent sur les crânes exhumés, leur extrémité ne fournit aucun point de repère certain. On se trouve donc conduit à les laisser de côté ou du moins à les étudier à part, et à transporter l'extrémité inférieure de la ligne de prognathisme, quelle que soit son extrémité supérieure : point sus-orbitaire, racine du nez ou point sous-nasal, vers un endroit plus fixe; ce sera le bord alvéolaire.

Je doute même qu'il y ait lieu, dans la pratique, de séparer le prognathisme alvéolaire du prognathisme dentaire, le second me paraissant toujours subordonné au premier. Les dents ne peuvent s'implanter obliquement sur l'arcade alvéolaire, sans donner lieu, à la face antérieure de celle-ci, à une série de reliefs qui, dans la généralité des cas, constituent pour une grosse part le prognathisme sous-nasal.

Ne voulant pas donner trop d'extension à ce travail, c'est à l'étude de ce prognathisme sous-nasal ou alvéolo-sous-nasal que j'entends me restreindre aujourd'hui.

D'ailleurs, c'est le plus intéressant, celui qui saute aux yeux lorsqu'on ramasse un crâne ou qu'on regarde un Nègre. C'est à lui qu'on fait ordinairement allusion lorsque, sans ajouter d'épithète, on parle de prognathisme. C'est lui dont les variations correspondent le mieux aux divisions déjà admises dans l'espèce humaine, et jettent le plus de lumière sur leur classification.

Rien n'est plus facile que de le mesurer à l'aide de mon craniophore :

Sur mon équerre verticale, je lis la hauteur ou projection verticale du plan incliné sous-nasal de l'os maxillaire supérieur; sur ma petite équerre horizontale, la longueur ou projection horizontale du même plan. Je calcule le rapport de la seconde à la première. Ce rapport est la mesure du prognathisme. Mes points de repère sont, à la partie inférieure, l'endroit le plus avancé de ce plan; il répond au relief des alvéoles des incisives; la partie supérieure, le point sous-nasal à l'effet d'obtenir la limite accessible la plus reculée de ce plan, et les racines de l'épine nasale à l'effet de reconnaître, dans les cas difficiles, la ligne de démarcation du plancher des fosses nasales, c'est-à-dire le point le plus élevé du dit plan sous-nasal.

Passons aux résultats résumés dans le tableau ci-joint.

INDICE DU PROGNATHISME (Alvéolo-sous-nasal).

Races indo-européennes.

Nombre de crânes.		Projection verticale en millim.	Projection horizontale en millim.	Indice.
10	Gaulois de Bussy-le-Château, Cély, St-Étienne-du-Temple, etc	20,3	2,7	13,54
11	Caverne de l'Homme-Mort, Lozère (Prunières, de Marvejols)	17,5	2,9	16,58
3	Sépulture d'Orrouy (Oise)	19,9	4,1	21,34
10	Sépulture de Nogent-lès-Vierges, près Creil	19,9	4,1	20,50
2	Berbers des dolmens de Roknia (Algérie)	19,0	4,0	21,05
10	Guanches (Berbers des Canaries)	18,0	2,6	14,72
25	Basques de Guipuscoa	20,1	3,4	17,00

Nombre de crânes.		Projection verticale en millim.	Projection horizontale en millim.	Indice.
15	Basques de Saint-Jean-de-Luz	19,4	3,8	20,03
10	Toulouse	20,1	4,3	20,37
14	Corses	17,5	2,5	14,65
7	Bourges	20,4	3,9	19,23
16	Bretons	19,1	3,9	19,87
7	Lorrains	18,8	3,1	16,66
6	Alsaciens	17,8	3,0	17,29
5	Roumains	15,4	3,8	21,83
5	Suisses	19,2	4,0	20,20
4	Bavarois	21,0	5,0	23,80
3	Lapons	14,3	2,6	18,60
3	Scandinaves	20,6	4,3	20,96
2	Esthoniens	17,5	4,2	24,28
3	Finnois	22,7	6,0	26,47
7	Russes du Nord	20,0	3,8	19,28
9	Russes du Midi	18,7	4,3	23,07
10	Juifs	20,0	4,7	23,75
16	Arabes	19,5	4,1	21,08
5	Turcs	20,4	2,9	14,25
4	Kourouglis	19,2	3,9	20,13
10	Syriens	18,4	3,1	17,12
70	Égyptiens anciens	19,2	4,2	21,79
12	Égyptiens modernes	20,3	4,2	20,90
	Races jaunes.			
10	Esquimaux	20,4	6,8	33,57
5	Kalmoucks	18,6	5,2	27,85
3	Tartares	16,3	4,1	25,51
4	Mongols	20,7	7,2	34,94
2	Mandchoux	20,0	6,0	30,00
5	Chinois du Nord	20,6	7,6	36,89
8	Chinois du Midi	20,2	7,7	38,09
12	Chinois divers, d'origine moins précise	20,1	6,4	31,85
	Races nègres d'Afrique.			
12	Cafres	17,9	7,1	40,00
9	Yoloffs du Sénégal	18,5	7,6	41,31
18	Nègres de la Côte occidentale (Soc. d'Anthrop.)	17,4	7,0	40,57
21	Nègres de la Côte occidentale, d'origine précise	19,6	9,3	45,25
26	Nègres divers d'origine moins précise	18,2	7,5	40,94
18	Nubiens (Laboratoire des hautes études)	17,4	8,0	46,14
3	Boschimans	17,0	7,3	43,13
5	Namaquois (Hottentots)	18,4	11,4	61,95
	Races mélanésiennes.			
31	Néo-Calédoniens	17,5	6,0	34,37
2	Australiens (de mon 1er groupe, ou mélanésien)	14,5	8,1	58,60
	Divers.			
1	Chimpanzé adulte	22,0	26,0	118,18
1	Gorille âgé	14,0	16,0	114,44
2	Microcéphales	15,0	3,2	21,66
1	Crâne de Gall (le célèbre physiologiste)	18,0	2,0	11,11
1	Crâne de Lemaire (l'assassin)	19,0	8,0	42,10

Le nombre des crânes que j'ai examinés en vue des divers prognathismes, et plus particulièrement de celui-ci, est considérable. J'ai largement puisé dans les collections du Muséum, du Laboratoire des hautes études, de la Société d'anthropologie et du Musée des colonies. Mais tous ne m'ont pas semblé dignes de figurer dans ce tableau, qui ne comprend que 364 crânes. J'ai renoncé, en effet, à tous ceux dont les points de repère, et en particulier les condyles occipitaux et le plan alvéolaire par lesquels passe mon plan horizontal, laissaient à désirer. J'ai choisi parmi les races les plus franches, les plus classiques en quelque sorte, et je n'ai accepté que des pièces de provenance certaine. C'est ainsi que j'ai négligé l'immense série si hétérogène des Parisiens et que j'ai pris plusieurs séries préhistoriques comme celle de M. Prunières dans la Lozère, de Nogent-lès-Vierges près de Creil, d'Orrouy dans l'Oise, de Saint-Étienne-du-Temple et Bussy-le-Château, de Roknia en Algérie; vraisemblablement, ces races offrent plus d'unité que celles d'aujourd'hui. C'est ainsi encore que j'ai pris les séries des Basques de Saint-Jean-de-Luz, de M. Broca, et de Guipuscoa, de MM. Broca et Velasko; celles des Corses, des Guanches et des Nubiens, qui font partie du Laboratoire des hautes études; l'admirable série de Chinois, de Mongols et de Mandchoux, que mon ami le Dr Martin a recueillie lui-même dans l'empire chinois; celle des Yoloffs, de M. Aubry Le Comte, qui figure au Musée des colonies; des Syriens, de M. Girard de Rialle; des Néo-Calédoniens, de M. le Dr Bourgarel, etc.

Pour arriver à déterminer le prognathisme exact des principales races humaines, il fallait la qualité plus que la quantité des pièces. Bref, mon tableau comprend 171 sujets de races indo-européennes. 48 de races jaunes et 145 de races noires (1).

La première colonne donne la hauteur moyenne de la région sous-nasale dans chaque série; la seconde, la longueur moyenne de sa projection horizontale; la troisième, le rapport de la seconde à la première, c'est-à-dire l'indice du prognathisme alvéolo-sous-nasal.

Ce prognathisme s'y lit de deux façons. D'abord par l'indice qui fait la part des différences de hauteur de la région sous-nasale. Puis, par l'un de ses facteurs, si l'on veut : la projection horizontale elle-même. Les deux modes arrivent, approximativement, au même résultat, comme on va le voir.

Commençons par la projection horizontale ou saillie absolue du

(1) Je l'ai cependant augmenté de quelques séries. Mais je ne saurais trop engager les anthropologistes spéciaux à recourir aux tableaux *in extenso*, portant sur le chiffre énoncé de 1,500 crânes, que j'ai publiés depuis la session de Bordeaux dans la *Revue d'Anthropologie*.

point alvéolaire en avant et au-dessous du point sous-nasal. Les chiffres les plus faibles qu'elle nous ait donnés sur les crânes individuellement, sont de 1 millimètre sur 2 Gaulois, 2 Corses, 2 Guanches et 3 Basques, et les plus forts de 16 millimètres sur 1 Namaquois, de 14 millimètres sur 4 Nègres africains, dont 1 Nubien, de 13 millimètres sur 3 autres Nègres, de 12 sur 1 second Namaquois, 1 autre Nubien et 2 Nègres, etc. Quant aux moyennes des séries, leurs projections horizontales les plus basses se rencontrent sur les Gaulois, les Corses et les Guanches qui, tous trois, ont moins de 3 millimètres, et les plus élevées sur les Namaquois, 11 millimètres 1/2, et l'une de nos séries nègres, 9 millimètres 1/2.

Ces moyennes, enfin, sont toutes comprises entre 2 millimètres 1/2 et 5 chez les races indo-européennes, entre $4^{mm}1$ et $7^{mm}7$ chez les races jaunes et entre 6 millimètres et $11^{mm}4$ chez les races noires.

Tout cela est conforme aux idées admises en ethnologie, et, à la rigueur, nous pourrions nous contenter de cette projection horizontale pour exprimer et classer le prognathisme alvéolo-sous-nasal selon les races.

Cependant, nous préférons l'indice. A simple vue, déjà, on remarque dans les collections des crânes dont la région sous-nasale et les alvéoles font une saillie notable, mais dont la hauteur dans cette région est si considérable que la saillie perd tout intérêt. Tout à côté, dans la même race, se voit le cas inverse : un crâne dont la saillie est très petite à la mensuration, mais dont la hauteur sous-nasale est si minime que la saillie en acquiert une grande importance. Évidemment, les deux ne peuvent se comparer; il faut faire entrer en ligne de compte leur hauteur respective et rapporter les deux projections horizontales à un même étalon : la hauteur réduite à 100. Quelques exemples tirés de nos moyennes le prouvent bien.

Les Bavarois ont 5 millimètres de saillie sous-nasale; les Tartares en ont moins : 4 millimètres; donc les Bavarois seraient plus prognathes que les Tartares, ce qui paraît étrange. Mais les premiers ont une hauteur sous-nasale de 5 millimètres en plus, et en calculant l'indice, on voit qu'ils l'ont de 23, les Tartares l'ayant de 25, ce qui est plus rationnel. Les Chinois du Nord et les Yoloffs du Sénégal, d'autre part, ont leur projection horizontale exprimée par un même chiffre, $7^{mm}6$; cependant, les Yoloffs doivent être plus prognathes. En effet, en tenant compte de la hauteur, leur indice s'élève à 41, tandis que celui des Chinois descend à 36.

Adoptons l'indice, par conséquent.

L'un des premiers résultats de nos mensurations est la confirma-

tion d'un fait déjà annoncé par M. Broca, à savoir que la mâchoire supérieure est toujours plus ou moins inclinée en avant. Sur aucun de nos sujets, en effet, le plan incliné passant en haut par le point sous-nasal et en bas par la saillie des alvéoles des incisives n'est vertical et à plus forte raison dirigé en arrière. Les indices les plus faibles sont de 5 millimètres sur un Corse appartenant à M. Marchal de Calvi, de $5^{mm}4$ sur un autre Corse appartenant à M. Broca, et de $5^{mm}5$ sur un Gaulois de Cély. Sur ces individus, il est vrai, la suture médiane bi-maxillaire, enchâssée par en bas dans la rainure qui sépare les deux incisives moyennes, s'élève verticalement à la rencontre de l'épine nasale; orthognathes sur la région médiane, ils sont donc légèrement prognathes sur les côtés. Mais, ainsi que je l'ai expliqué, il est impossible, dans la détermination du prognathisme, de ne pas tenir compte des saillies que produisent les alvéolees soulevées par les racines des incisives. Ce serait s'exposer à rejeter dans la catégorie des « à peine prognathes » des individus qui le sont fortement à la simple inspection, comme certains Cafres et Esquimaux. Les défenseurs de l'orthognathisme sous-nasal arguëront peut-être que notre méthode est mauvaise et que le plan naturel passant par les deux condyles et le bord alvéolaire auquel nous rapportons l'inclinaison du prognathisme, est mal choisi. Alors qu'ils trouvent mieux ! Mais voici une autre preuve.

Lorsqu'on veut apprécier à simple vue le degré de saillie du plan alvéolo-sous-nasal, instinctivement on se reporte à la ligne ou au plan passant par le bord alvéolaire et, pour plus de précision, au plan passant par les surfaces de trituration ou de section des premières et secondes grosses molaires, des deux petites et des incisives. C'est, en effet, la base naturelle du maxillaire supérieur et, dans la généralité des cas, elle forme une ligne droite continue. Eh bien, par ce procédé, jamais non plus vous ne découvrirez un crâne réellement orthognathe, c'est-à-dire dont le plan sous-nasal soit exactement perpendiculaire à cette ligne dentaire. Pour plus de sûreté, posez ce maxillaire d'aplomb sur une table, le résultat sera le même. D'ailleurs, je dois l'avouer, cette ligne dentaire est sensiblement parallèle au plan horizontal condylo-alvéolaire dont je me sers.

J'affirme donc que ni l'orthognathisme, ni l'opisthognathisme sous-nasal n'existent à l'état physiologique dans l'espèce humaine.

Le crâne le plus remarquable de mon tableau, à l'autre extrémité de l'échelle, est un crâne bien connu de tous ceux qui ont visité, ne fût-ce qu'une fois, les collections du Muséum de Paris, celui d'un Namaquois dont l'indice s'élève à 80. Puis viennent successivement deux nègres Lucumi et deux Pourognes sur la côte occidentale

d'Afrique, qui ont de 72,7 à 70, un nègre Griot 69,2, un Australien 66,7, un autre Namaquois 63, deux autres Nègres et la Boschiman, dite Vénus Hottentote, 59,1, 58,8, et 58,8, etc.

On ne saurait parler de prognathisme sans dire un mot des Anthropomorphes. Mais le singe, dans son attitude naturelle, ne regarde pas directement devant lui; l'axe de ses cavités orbitaires n'est pas parallèle au plan passant par la face inférieure de ses condyles occipitaux et de son bord alvéolaire. Afin que mes chiffres soient comparables dans les deux espèces zoologiques, j'ai donc dû choisir des singes qui, par exception, se trouvaient dans les mêmes conditions approximativement que l'homme, et voici ce que j'ai trouvé.

L'un, un chimpanzé adulte, m'a donné 22 millimètres de hauteur dans sa région sous nasale, 26 millimètres de projection horizontale et par conséquent un indice de 118; sur lui, autrement dit, la projection horizontale est de près d'un cinquième plus longue que la projection verticale. L'autre, un gorille âgé, mesurait 14 de hauteur et 16 de longueur et avait un indice de 116, colossal aussi.

Le troisième point à considérer dans ce tableau est la relation du prognathisme dans les différentes races. Il arrive parfois en crâniométrie que le hasard des variations individuelles, opérant dans un même sens insolite, la résultante générale se trouve être en désaccord avec ce qu'une autre série de même race donnerait, ou avec les notions déjà acquises à la science. Pourtant des écarts trop forts doivent toujours faire songer à un mélange de races. Eh bien, ici, aucune de nos moyennes n'est en discordance avec ses voisines, toutes se casent conformément aux idées répandues, idées il est vrai qui, sur ce point, reposent plus sur des impressions ou des aperçus *à priori* que sur des mensurations méthodiques.

De crainte d'illusion j'ai même multiplié les causes de divergence dans mes moyennes, en prenant de petites séries, ou en séparant, comme le hasard des collections me les présentait, des séries qu'on eût pu réunir en une seule. Ainsi, j'ai partagé mes Nègres africains en cinq séries : l'une comprenant les Yoloffs du Musée des colonies, l'autre des Nègres de la Société d'anthropologie, une troisième, d'autres Nègres d'une origine non moins précise, etc.; mes Chinois également en trois séries; mes préhistoriques de France en quatre.

Dans les races indo-européennes, les indices oscillent entre 13,54 et 24,28; dans les races jaunes, entre 25,5 et 30,09; dans les races noires d'Afrique, entre 40,60 et 61,95. Les Nègres mélanésiens, représentés par les Néo-Calédoniens, font seuls tache dans ce classement en quelque sorte spontané; leur indice moyen, de 34,37, rentre dans les chiffres des races jaunes. Mais l'anomalie s'explique. D'après

les idées du Dr Bourgarel sur la Nouvelle Calédonie et les miennes sur l'Australie et la Tasmanie, il existerait dans ces îles, ou il aurait existé, deux races côte à côte : l'une supérieure dérivant vraisemblablement des races jaunes, l'autre inférieure nègre-mélanésienne. Or, sur mes 31 Néo-Calédoniens je trouve présisément 10 sujets dont l'indice rentre dans les chiffres des séries nègres, et le reste expliquant la perturbation apportée dans la résultante. A mon avis, le véritable type des Mélanésiens est bien mieux représenté par les deux Australiens que j'ai choisis à dessein, et dont l'indice est de 58,6.

Mais il ne faut pas abuser de ce genre de considérations, car il n'est pas de série en crâniographie qui n'offre de ces écarts venant troubler sa moyenne. L'accord parfait qui règne dans les trois divisions de ce tableau peut être une chance heureuse, bien que j'aie pris toutes mes précautions, et il m'a paru nécessaire d'asseoir les bases d'un classement de prognathisme alvéolo-sous-nasal sur des considérations plus générales.

Dans une série aussi hétérogène que les Parisiens, par exemple, il existe des individus aussi prognathes que les Nègres ; j'en ai précisément un sous la main dont l'indice est de 33,33. L'indice de Lemaire, l'assassin, est de 42,10. A côté, il s'en trouve dont l'indice descend à 5,0, c'est-à-dire qu'à simple vue on appellerait orthognathe. Il faut que chacun ait sa case toute préparée, dans une bonne division. Voici donc celle qui m'a paru le plus en rapport avec les données de la science et les degrés appréciables à la vue :

Au delà de 50 se rangeraient les prognathismes exceptionnellement considérables ;

De 35 à 50, les prognathismes forts, comme ils se rencontrent sur la généralité des Nègres ;

De 25 à 35, les prognathismes moyens ;

De 0 à 25, les prognathismes légers.

On pourrait même conserver dans cette dernière division deux mots déjà consacrés par l'usage, mais en se rappelant les réserves qu'ils comportent :

De 0 à 10 seraient les cas d'opisthognathisme ;

De 10 à 20, ceux d'orthognathisme.

De cette façon aucune des moyennes de nos séries ne mériterait d'être dite orthognathe. Mais en s'attachant aux crânes en particulier, dont elles se composent, on en découvrirait quelques exemples, savoir : 3 parmi les Gaulois, 2 chez les Corses, 3 chez les Guanches, 4 chez les Basques, et 1 chez les Syriens.

Les Bretons d'une manière générale, les Basques, les Alsaciens, les Gaulois y gagneraient l'épithète d'orthognathes.

Les Mongols, les Chinois du Nord, les Esquimaux deviendraient moyennement prognathes; les Nègres d'Afrique et les Cafres fortement prognathes, et les Namaquois extraordinairement.

Les Parisiens, dont cependant il faut que je dise un mot, seraient orthogonathes, comme on devait s'y attendre. Les 351 que j'ai mesurés ont un indice de 21,05; 358 autres crânes environ portant sur le reste de la France ayant un indice semblable à 21,14.

Pour terminer, laissez-moi vous faire remarquer l'opposition singulière qu'il y a dans mon tableau entre deux crânes que j'y ai ajoutés sous la rubrique *Divers*. L'indice de Gall, le celèbre phrénologiste français, est de 11,11; celui de Lemaire, l'assassin, est de 42,10, comme chez les Nègres d'Afrique.

Autre observation que j'aventure sous toutes réserves. Les races préhistoriques qui figurent dans ce tableau et qui appartiennent à la France, sont plus orthognathes que les races actuelles de notre pays. D'autre part les Germains, si j'en puis juger par une série trop faible et par quelques autres faits qui m'ont frappé, seraient plus prognathes que nous. Serait-ce que le prognathisme alvéolo-sous-nasal a été introduit en France par les Germains?

J'ai insisté, au commencement de cette lecture, sur la supériorité en crâniologie de la méthode numérique, qui chaque jour s'impose davantage et arrive à constituer l'une des branches les plus importantes de l'étude de l'homme. J'espère que, dans ce travail, vous en verrez une nouvelle preuve. Les crânes de nos collections peuvent tomber en poussière. Désormais leur forme et leur volume, la valeur de leurs angles occipitaux, pariétaux, etc., la mesure de leur prognathisme, seront inscrits en chiffres indestructibles.

M. DELFORTRIE.

Le Préhistorique dans le département de la Gironde.

(Séance du 9 Septembre 1872.)

Les premières découvertes des restes de l'homme préhistorique, faites, soit en France, soit à l'étranger, sur quelques points isolés seulement, ont pu faire supposer d'abord que la race humaine ne fût répandue qu'en petit nombre, et sur des régions restreintes, à l'époque de l'âge de pierre; mais l'intérêt si vif que firent naître ces premières notions eut pour effet de multiplier les recherches, partant les découvertes, et aujourd'hui on peut affirmer que sur le globe

entier se retrouvent les traces laissées par l'homme primitif; les peuplades préhistoriques se succédant, ont accumulé sur certains points, lieux de prédilection, de nombreux débris; mais, en dehors de ces dépôts, il est reconnu que de vastes surfaces territoriales, et cela partout où l'archéologue a pu fouiller, sont jonchées de vestiges; la race humaine comptait donc, dès l'âge de pierre, de nombreuses et importantes peuplades.

Dans la note très succincte que nous présentons au Congrès, nous nous proposons de donner un simple aperçu de l'importance des gisements de ces débris dans le département de la Gironde.

Et d'abord, depuis des siècles, les flèches des Landes de Gascogne, si finement, nous dirons même si artistement taillées, se transmettent de générations en générations, comme talisman; les plus intéressants spécimens se voient tant au Musée préhistorique de Bordeaux que dans différentes collections particulières; ils proviennent, pour la plupart, des communes de Saucats, La Brède, Saint-Magne, Belin, Salles, du Temple, du Porge, Lacanau, Saumos, Carcans, etc.

Les nombreux tumuli gisant au milieu des pins ont souvent fourni des silex et haches polies. Nous devons à l'exquise obligeance de M. de Baritault de Carpian, toujours heureux de venir en aide à la science, d'avoir pu fouiller une de ces sépultures sur sa propriété de Saint-Morillon; nous en avons retiré quantité d'ossements humains et un vase en bombe, d'une parfaite conservation; il renfermait un silex ouvré.

En 1868, M. Alexis de Chasteigner signalait la présence de silex ouvrés sur les bords de l'étang de Lacanau, et dans les tumuli de Castelnau en Médoc.

Bien longtemps avant que le préhistorique fût soupçonné, les collectionneurs réunissaient une quantité considérable de haches polies, provenant surtout des communes limitrophes du département de la Dordogne.

Le vaste triangle qui, du Bec-d'Ambès, s'étend jusqu'à la limite du Lot-et-Garonne, et a pour grands côtés, d'une part la Garonne, et de l'autre la Dordogne, d'où lui vient son ancienne dénomination de pays d'Entre-deux-Mers, est, lui aussi, littéralement jonché de silex taillés, de haches polies surtout.

Sur tous les coteaux bordant la rive droite de la Garonne et de la Gironde se rencontrent des silex ouvrés; nous avons nous-même recueilli couteaux et grattoirs sur les hauteurs de Violle et de Loupiac, haches polies et autres instruments sur les plateaux de Cenon et de Lormont. M. Benoist vient d'en découvrir à Montferrand, et M. Dallau signalait, il y a peu de jours, leur présence sur les roches de Bourg et de Blaye.

La riche station du plateau de Cubzac, que nous avons explorée avec M. Benoist en 1868, nous a fourni non seulement toute la série des armes et instruments en silex, mais des os travaillés en poinçons, lances, spatules, hameçons, flèches barbelées, emmanchures, de haches et une grande quantité de poteries d'un cachet préhistorique indiscutable.

Enfin, la station de Bordeaux, que nous découvrions en 1867, avec M. Benoit, au centre même de la ville, a donné, outre les haches polies et silex ouvrés, les spécimens les plus curieux en os travaillés, tels que : spatules, poinçons, lances, sifflets, aiguilles et emmanchures d'armes ou d'instruments, ces derniers surtout présentent un intérêt réel, car jusqu'à ce jour ils sont les seuls connus de ce type.

Devant la multiplicité des gisements que nous venons de citer, et qui tous, comme on le voit, appartiennent à la période de la pierre polie, on ne saurait être taxé d'exagération, en avançant que le sol girondin est couvert de débris des temps préhistoriques.

Mais ce n'est pas seulement le sol qui en est jonché, il y a aussi le préhistorique sous-marin, c'est à M. Emile Lalanne, chercheur aussi heureux qu'infatigable, que nous sommes redevables de cette découverte intéressante à plus d'un point de vue; il est aujourd'hui avéré, indiscutable, que le long de la côte de l'Océan, sur le territoire de la commune d'Andernos, le flot en se retirant, après chaque marée, laisse à découvert une quantité considérable de silex ouvrés, tels que : couteaux, grattoirs, flèches, etc. Nous observerons que tous ces instruments sont de taille fort exiguë, ce qui dénote clairement qu'ils proviennent d'une station gisant sur les bas-fonds, et que la vague, après l'avoir fouillée, ne parvient à rejeter sur la plage que les morceaux offrant peu de pesanteur.

Ce gisement sous-marin et celui de Cubzac ont fourni un nombre relativement considérable d'instruments en silex, d'un type qui, jusqu'à ce jour, paraît n'avoir point encore été signalé dans les stations préhistoriques. Nous croyons utile d'appeler l'attention des archéologues à ce sujet. Ce curieux instrument, qui varie en longueur depuis 5 jusqu'à 15 ou 20 millimètres, se termine par un tranchant droit taillé en biseau, il porte le plus ordinairement au talon et sur ses parties latérales des retouches qui annoncent qu'il était emmanché.

Comme nous le disions en 1868, lors de notre description de la station de Cubzac, cet instrument, lorsqu'il était pourvu de son manche, devait avoir à peu près l'aspect de nos tourne-vis ; son tranchant très fin, produit par éclat, indique que l'outil était destiné à des ouvrages délicats ; ne serait-ce pas un instrument de tatouage? Nilsonn *(Habitants primitifs de la Scandinavie)* cite des instruments

parfaitement identiques, qu'il désigne sous le nom de flèches à tranchant transversal. Nous doutons que ceux dont nous parlons aient jamais eu pareille destination.

Nous ne terminerons pas, Messieurs, sans essayer de faire ressortir à vos yeux toute l'importance que présente le dépôt sous-marin de la côte de Gascogne, comme du reste tous les dépôts similaires déjà signalés en si grand nombre; ces amas de débris de l'industrie humaine ouvrent un horizon nouveau à l'archéologie préhistorique; Si la géologie nous a donné l'âge des couches dont sont formés nos continents, il appartient aujourd'hui à l'archéologie préhistorique de nous faire connaître les changements qui ont pu s'opérer dans la configuration de notre sol, depuis l'apparition de l'homme; les restes de son industrie pourront un jour peut-être nous faire toucher du doigt ce fait admis par les uns, rejeté par d'autres, que depuis la présence de l'homme sur notre terre, de vastes portions continentales ont immergé. A l'archéologue donc de sonder les fonds de la mer, des détroits, des archipels; là git, Messieurs, la solution de grandes questions intéressant l'humanité; là peut-être sont enfouies les archives de notre état civil; c'est à l'archéologie préhistorique à les remettre en lumière; qu'il ne soit pas perdu pour nous, Messieurs, ce grand exemple que nous donne en ce moment le gouvernement des États-Unis, qui vient de mettre une flotte à la disposition de la Commission scientifique ayant pour mission d'étudier les fonds de la mer. L'illustre Agassiz, chef de l'expédition, a planté le drapeau de la science sur son vaisseau amiral, et, à l'heure où je vous lis ces lignes, ce savant naturaliste sonde les profondeurs de l'Océan Antarctique, en vue des brisants du cap Horn.

Dr J. PARROT.

La Grotte de l'église à Excideuil (Dordogne).

(Séance du 9 Septembre 1872.)

Le nombre des cavernes où l'homme des temps préhistoriques a laissé des marques incontestables de son habitation et de son industrie, est aujourd'hui considérable.

Pour ne parler que de celles explorées en France, on arrive aisément à s'en convaincre, en jetant les yeux sur la carte des Gaules qui décore l'un des panneaux de la salle du Musée de Saint-Germain, consacrée à la période paléolithique, et sur laquelle on a marqué

l'emplacement de ces habitats. On voit qu'ils forment des groupes au voisinage de certains cours d'eau; non sur le bord des grands fleuves, mais le long des petites rivières, qui en sont comme les racines ou qui viennent les grossir pendant leur trajet. Il en existe au Nord, dans le bassin de la Meuse; au Centre, dans ceux de la Loire, de la Vienne et de la Charente; mais le Midi possède les plus nombreux et les plus importants, comme on en peut juger par l'inspection des bassins du Rhône, de l'Adour et de la Garonne. Presque tous ceux que l'on peut rapporter à ce dernier fleuve appartiennent à sa rive droite et se trouvent sur des affluents de la Dordogne.

Parmi ces derniers, la Vézère est devenue célèbre depuis les fouilles qu'a pratiquées Ed. Lartet au Moustier, aux Eyzies, aux deux Laugeries, à la Madeleine, et depuis la découverte de la sépulture de Cro-Magnon. Les merveilleux résultats fournis par ces explorations ont fait naître des chercheurs. Comme tant d'autres, je me suis mis à l'œuvre avec mon frère, M. Philippe Parrot, et nous avons été assez heureux pour rencontrer une grotte inexplorée jusque-là. La moisson que nous y avons faite mérite d'être connue, et nous allons en donner le détail.

Des fouilles ont été pratiquées à deux époques différentes, en octobre 1869 et il y a un an. Nous avons fait connaître le résultat des premières par une note insérée dans les *Matériaux* (livraison d'octobre 1871); celui des dernières n'a pas encore été publié. Malgré l'abondance des pièces recueillies, toute une partie de la grotte est intacte, et nous espérons y trouver des éléments nouveaux pour résoudre la question chronologique, encore obscure, par des motifs qui seront expliqués plus loin.

C'est sur le territoire de l'ancienne commune de Saint-Martin, réunie aujourd'hui à celle d'Excideuil, qu'est située cette antique demeure des Aborigènes périgourdins; sur la rive droite de la Loüe, affluent de l'Ille, à 519 mètres de son lit actuel, qu'elle domine de 27 mètres. Sa forme est celle d'une chambre à peu près rectangulaire, de 12 mètres de profondeur sur 3 de hauteur. Elle s'ouvre largement sur le Sud-Ouest. La paroi gauche et le fond sont formés par la muraille de rochers qui limite la vallée au Sud. C'est un calcaire très dur. De ce massif se sont probablement détachés deux blocs énormes qui, par leur superposition, forment la paroi droite. On y trouve deux diverticules, l'un en avant, près de l'entrée, l'autre en arrière, complètement obstrués par une quantité considérable de pierres. Le premier est sans importance, et il nous suffit de l'avoir mentionné; nous reviendrons sur le second.

Au-dessus du plafond, le rocher est encore d'une épaisseur de

plus de 6 mètres, et l'on y voit une autre cavité de forme irrégulière et d'un accès difficile, où il n'a été trouvé rien de ce qui existait dans la première. En dehors et à droite de la caverne sont les ruines d'une petite église, où l'on officiait et autour de laquelle on enterrait, il y a un demi-siècle. Cette dernière particularité nous explique la présence, dans le sol de la grotte, de squelettes humains, que nous considérons comme y ayant été enfouis, alors que le champ voisin servait de cimetière; elle nous rend compte aussi des remaniements qu'a subis ce sol, et de l'impossibilité où nous avons été de l'étudier, du moins dans les parties explorées jusqu'ici, tel que l'avaient laissé les troglodytes.

Quoi qu'il en soit, en prenant les choses en l'état où nous les avons trouvées, voici, au point de vue stratigraphique, ce que nous avons noté, près de la paroi gauche : 1° une couche de 10 centimètres de terre très meuble, remplie d'une grande quantité de petites pierres, riche en silex taillés et en fragments osseux; 2° des foyers constitués par une terre très noire, remplis d'os carbonisés et de fragments de charbon de bois; 3° à une profondeur de 75 à 80 centimètres, une assise de brèche, remplie de fragments osseux et de lames de silex, excessivement dure; son épaisseur est de 15 centimètres environ, et règne le long du rocher, sur une largeur de 80 centimètres; 4° une couche de terre rouge glaiseuse, où les silex sont en très petit nombre.

Le diverticule postérieur a une voûte ogivale, qui va s'abaissant et se rétrécissant vers le fond. A $1^{m}50$ de cette voûte, on voit, sur les parois, les traces d'une couche brécheuse très adhérente au rocher, et qui indique le niveau du sol au moment où s'y trouvaient ses derniers habitants. A 50 centimètres au-dessous existe un autre lit de brèche très épais et reposant sur de larges pierres calcaires, qui recouvrent plusieurs terriers creusés par les Blaireaux, dans une terre rouge, sablonneuse.

Paléontologiquement, cette station est caractérisée par le Renne, dont les débris abondent, et sont représentés par de nombreux fragments de mâchoires, de cornes et d'os des membres. Les restes du cheval s'y trouvent aussi en grande quantité. Puis viennent le bœuf, le cerf, le bouquetin, le chevreuil, le renard, la taupe et le campagnol. Enfin, nous avons rencontré enfouis dans le sable rouge du diverticule postérieur, au-dessous des terriers, un fragment de la mâchoire inférieure d'un grand ours et quelques dents isolées du même animal, mais ayant appartenu à des sujets différents.

Nous avons pu lire sur ces os, que les animaux dont ils sont les restes avaient été transportés là par des hommes qui s'en alimen-

taient; car, sans parler de leur fragmentation, il en est un grand nombre qui portent sur certains points, notamment aux extrémités, près des insertions tendineuses, des sillons d'une finesse remarquable, faits manifestement avec un instrument tranchant, dans un but déterminé. Mais ce n'est pas à ces traces rudimentaires, et, si l'on peut ainsi dire, à ces frustes empreintes de la main de l'homme, que se bornent les preuves de son séjour en cette grotte; nous en possédons d'autres, aussi abondantes qu'irrécusables. Elles consistent en une quantité considérable de silex taillés et en un certain nombre de pièces osseuses également ouvrées.

La pierre, à cause de sa prédominance incontestable, va nous occuper la première. Mentionnons d'abord, sans nous y arrêter, de nombreux nuclei et des percuteurs, portant les traces d'un long usage; ils n'offrent rien de particulier. Il n'en est pas de même des armes et ustensiles; qui sont si abondants et variés, que nous éprouvons un véritable embarras à les décrire et surtout à les classer; car il y a non seulement des spécimens pouvant être rapportés aux époques types connues jusqu'ici, mais encore des pièces qui appartiennent très probablement à une ou plusieurs périodes non encore signalées.

Le Moustier y est représenté par des râcloirs, quelques pointes et deux gros instruments qui rappellent Saint-Acheul. Ils ont la forme de rondaches prismatiques triangulaires. Le bord convexe est tranchant et assez régulièrement taillé; l'on y voit de nombreuses traces d'usure. L'un d'eux, en silex noir, encore couvert sur plusieurs points du dos et de ses faces, de la croûte périphérique du bloc brut, a 150 millimètres dans son plus grand diamètre, 65 de large et de 30 à 35 d'épaisseur à la base.

Les lames allongées, légèrement concaves sur le plat, convexes sur le dos, où l'on voit deux ou trois faces séparées par des arêtes très nettes, semblables à celles qui existaient en si grand nombre dans la grotte des Eyzies, que l'on a appelées des couteaux et qu'il serait, à notre avis, plus juste de considérer comme des scies, puisqu'on ne pouvait s'en servir qu'en les manœuvrant comme cet instrument, sont ici très abondantes. Elles sont en silex noir, gris, jaunâtre, ou en jaspe, d'ordinaire jaune d'ocre, moucheté de points noirs. Quelques-unes sont couvertes, partiellement ou en totalité, d'une couche de cacholong.

Le grattoir s'y trouve avec toutes ses variétés de forme et de dimensions. Quelques-uns n'ont qu'un seul bord tranchant, mais pour la plupart ils en ont deux. Sur le plus grand nombre, une extrémité seulement est arrondie et retouchée, l'autre étant pointue,

mais on en voit, dont les deux bouts sont également épais et de forme demi-circulaire. Tout cela est assez ordinaire et ne mérite qu'une simple mention ; mais ce que nous devons signaler, c'est une ornementation des plus curieuses, que nous retrouvons sur un assez grand nombre de pièces, de ces deux dernières catégories. Elle consiste en une série de larges cannelures, légèrement spiroïdes, qui s'étendent d'un bord à l'autre, en passant par l'arête dorsale, dont la saillie se trouve ainsi considérablement amoindrie.

Les perçoirs ou poinçons sont nombreux ; sur l'un d'eux, l'extrémité effilée constitue une sorte de bec, légèrement recourbé du côté de la face plane, mince et très pointu, long de 23 millimètres. Il résulte d'une double échancrure de la lame et d'une série de retouches, très finement exécutées.

Rapprochons de ces dernières pièces un instrument que nous ne pouvons dénommer, son usage nous étant inconnu, et dont nous avons trouvé plusieurs échantillons. C'est une lame très étroite, puisque sa largeur ne dépasse pas en général 3 à 4 millimètres, allongée et plane ; un des bords est remarquablement tranchant, tandis que l'autre a été détruit par une série de retouches très rapprochées.

Mais, de toutes les époques de la pierre taillée, il n'en est aucune qui soit aussi largement représentée dans notre grotte, que celle qui correspond à Solutré, à Laugerie-Haute, à Badegols. Nous avons en effet recueilli beaucoup de têtes de lance, de forme très élégante en général, finement taillées sur leurs deux faces, car il est tout à fait exceptionnel d'en trouver qui ne le soient que d'un côté ou à leurs deux extrémités. Quelques tronçons, car malheureusement toutes ces pièces ne sont pas entières, sont retouchés avec une habileté si grande, que par leurs bords ils rappellent une lame de métal et par leurs faces une pierre à peu près polie.

Contrairement à ce que nous avons observé sur les couteaux et les grattoirs, elles sont tout à fait planes sur leurs deux faces. Il est probable que ce résultat était difficile à obtenir, et que les éclats larges, plans et également résistants dans toute leur étendue, qui servaient à la confection des têtes de lance, étaient, même avant la retouche, des pièces de choix et peu communes. Toutes ces lames sont symétriques par rapport à leur grand axe, tandis que l'axe transverse principal, c'est-à-dire celui qui, étant perpendiculaire au premier, passe par la partie la plus large, divise chaque face en deux portions inégales. L'une, plus courte et plus large, en général un peu aplatie, et peut-être taillée avec moins de soin, portant quelquefois deux échancrures latérales, était probablement destinée à

l'emmanchement et s'adaptait à une hampe de bois; l'autre, plus allongée, plus étroite, à pointe plus acérée, à retouches plus fines et parfois émoussée et même brisée à son extrémité, mais sans trace d'usure sur ses bords, constituait la portion vulnérante proprement dite.

Cette division de la tête de lance, en deux parties, qui diffèrent de force et d'usage, est d'autant plus tranchée, que la pièce est plus longue et plus étroite; elle devient moins nette et même est difficile à constater, sur celles dont les deux axes ont des longueurs moins disproportionnées.

Il nous reste à décrire une arme, trouvée jusqu'ici tout à fait exceptionnellement dans les cavernes; du moins avec la forme que nous allons indiquer; nous voulons parler de la tête de flèche ou de harpon, qui, tant par la perfection de la forme et de la taille, que par son abondance, puisque nous en avons trouvé plus de cent cinquante exemplaires, non tous intacts il est vrai, doit être considérée comme la caractéristique de notre grotte, et en fait une station véritablement exceptionnelle.

Toute flèche se compose essentiellement de deux parties bien distinctes : l'une libre, vulnérante ou *tête,* l'autre fixée à la hampe ou *talon*. La première, plus large, plus acérée, est limitée, en bas, par une échancrure profonde, toujours faite sur le bord droit de la lame, qui, réduite ainsi, dans une certaine étendue, aux deux tiers de sa largeur primitive, constitue le talon, dont la longueur varie en général très peu, quelle que soit celle de la tête. On ne saurait donner une plus juste idée de ces armes, qu'en les comparant à la moitié d'un fer de lance ordinaire, divisé par un plan passant par le grand axe, et échancré suivant son bord droit, dans le tiers de sa longueur.

On en peut distinguer trois variétés principales. Les unes sont sans retouches transversales. D'autres, plus parfaites, en présentent sur la face dorsale seulement; leur tête est lancéolée et leur talon prismatique et triangulaire. Enfin celles de la troisième espèce peuvent être considérées, tant au point de vue de la forme, que de la perfection de leur taille, comme l'expression la plus artistique du travail de la pierre, à l'époque du Renne. Bien que nous ne possédions que des exemplaires mutilés, ils nous permettent de constater une prédominance considérable de la tête sur le talon; mais ce qui les caractérise, c'est que la face plane est taillée tout aussi finement que le dos; et comme les retouches sont surtout accentuées au niveau des bords, il en résulte, sur la ligne médiane, une légère saillie en arête, qui, s'exagérant à la pointe, lui donne la

forme d'un prisme rhomboïdal; sur la plus belle de nos pièces, les bords sont de véritables lames tranchantes et l'on n'y compte pas moins de cent vingt retouches.

Comme nous l'avons dit dans notre première note, les auteurs des *Reliquiæ Aquitanicæ,* qui n'avaient eu que des échantillons assez imparfaits de ces silex, n'étaient pas fixés sur leur usage, et ils considéraient comme probable « que dans quelques cas, la portion de la » lame, dont les bords étaient restés tranchants, avait été préservée » par l'insertion dans une poignée, tandis que l'autre portion avait » été usée en frappant ou plutôt en râclant. »

Sans reproduire ici ce que nous avons dit ailleurs, pour étayer notre manière de voir, contre celle de Lartet, nous nous contenterons de présenter les observations suivantes :

1° Sur toutes nos pièces, et nous avons dit qu'elles étaient très nombreuses, l'échancrure est faite constamment sur le côté droit, suivant une courbe régulière; si bien que la portion de la tête, qui la limite en haut, forme, à droite, un angle saillant et aigu, simulant le dard d'un hameçon. Et pour le dire en passant, cette saillie était, suivant toute probabilité, destinée, après la pénétration de l'instrument dans les chairs, à l'y retenir.

2° Nous n'avons jamais trouvé des traces d'usure sur le côté gauche, ce qui n'eût pas manqué d'arriver, si l'instrument avait servi comme grattoir.

3° Le talon est le résultat d'une série de retouches régulières et spiroïdes qui, loin de pouvoir être mises sur le compte de l'usure, et partant du hasard, sont manifestement voulues, et témoignent même d'une grande habileté de la part de celui qui les exécutait.

4° Sur des lames, grossièrement taillées, mais que leurs lignes et leurs plans principaux nous autorisent à considérer comme des ébauches de flèches, on voit sur le bord droit, du côté de l'extrémité la plus effilée, une échancrure longitudinale, faite par l'ablation d'un seul éclat, et qui est l'indication de celle qui, plus tard, fera de l'instrument parfait une flèche.

5° Tandis que, sur ces ébauches, l'arête dorsale est commune à la tête et au talon, on en voit deux sur les pièces achevées; une pour chaque partie, faisant entre elles, au point où elles se rencontrent, un angle obtus, largement ouvert à gauche.

Il ne nous semble pas possible, après ce qui vient d'être dit, de mettre en doute la forme intentionnelle et typique de ces pièces, et partant l'usage auquel, suivant nous, elles étaient destinées.

Les armes, les ustensiles que nous venons de décrire, sont presque tous en silex, et plusieurs variétés de ce minéral y sont représentées.

On y voit le jaspe et le cristal de roche. Les fragments de quartz hyalin sont d'ordinaire de simples éclats; mais, sur quelques-uns d'entre eux, on retrouve une des formes précédemment décrites. Parmi ces derniers, nous signalerons un tronçon de flèche.

L'abondance des instruments enfouis dans cette caverne, la grande quantité de percuteurs, de nuclei, d'éclats de toute sorte, que nous y avons trouvés, nous porte à croire qu'elle était habitée par une tribu d'ouvriers lapidaires.

Mais, si la taille des minéraux était leur principale industrie, ce n'était pas la seule, car ils savaient utiliser les cornes, les os et les dents des animaux pour leurs usages journaliers et comme ornements. Et c'est par là que cette habitation se rapproche de celles de la Madeleine et de Laugerie-Basse.

Citons, parmi les pièces de cet ordre : 1° un tronçon de harpon, barbelé, d'un beau travail; 2° plusieurs têtes de flèche, en forme de fuseau très allongé; 3° une tête de flèche, de 140 millimètres de long, conique et très pointue à l'une de ses extrémités, présentant à l'autre un biseau avec quelques cannelures sur le plat, aplatie à son tiers moyen, où existe une gouttière profonde sur chaque face; 4° une lame de corne, légèrement courbée sur le plat, longue de 140 millimètres, large de 27, pointue à l'un de ses bouts; arrondie à l'autre extrémité qui est plus épaisse, et percée d'un trou circulaire, destiné à la suspension; on ne saurait mieux la comparer qu'à une spatule; 5° un poinçon de corne, assez grossier, orné de cannelures à son tiers moyen; 6° plusieurs pièces de collier, consistant en dents de renard, de bœuf, en canines de renne, percées et cannelées sur leurs bords, en fragments d'os ou de corne, polis et perforés à une extrémité.

Après avoir fait l'inventaire des objets trouvés jusqu'ici dans notre grotte, il est bon de nous demander s'il est possible de lui assigner une place à côté de celles déjà connues, c'est-à-dire de la classer.

Nous croyons qu'il ne viendra en l'esprit d'aucun homme compétent de la mettre sur le même rang que *Le Moustier* ou *Chez-Pouré*, bien qu'on y ait recueilli un certain nombre de pièces, caractéristiques de ces stations. Ces pièces sont, en effet, en nombre trop peu considérable, surtout relativement à celles qui rappellent d'autres époques.

Nous ne saurions non plus la ranger dans la série des cavernes dont la *Madeleine* nous offre le type, car les armes en corne de renne y sont relativement peu nombreuses, et il n'y a ni sculpture ni gravure. Est-ce donc à côté de *Solutré* qu'il nous faut l'inscrire? Tout d'abord, on est tenté de le faire, puisque l'on y trouve en grand

nombre ces lances, en forme de feuilles de laurier, qui sont considérées comme caractéristiques de cette station.

Mais n'oublions pas qu'à côté de cette arme s'en trouve une autre, encore plus parfaite, qui, à notre connaissance, n'a été rencontrée dans les gisements de Saône-et-Loire et dans ceux de Badegols qu'à titre d'exception. Nous voulons parler de la flèche.

Pour se faire une juste idée de son importance, il la faut comparer aux armes qui l'avaient précédée ou qui en étaient contemporaines.

Et à ce propos, remarquons que le perfectionnement des armes a toujours été de pair avec la civilisation, et en a pour ainsi dire marqué le degré.

Frapper vite et sûrement, atteindre de loin l'ennemi que l'on attaque, et de la sorte être à l'abri de ses coups, au moment où on lui en porte : voilà ce que, de tout temps, l'on a cherché à réaliser, et ce à quoi on tend encore aujourd'hui.

Nous ne saurions nous occuper ici des combats que pouvaient se livrer les hommes des époques préhistoriques, mais nous savons qu'ils étaient éminemment chasseurs; et comme la chasse est une manière de guerre, comme on y fait usage des mêmes armes, examinons et comparons celles dont se servaient les troglodytes contre ces animaux parfois gigantesques; lorsqu'ils les combattaient pour la place et l'alimentation; lorsqu'ils leur disputaient le sol et leur demandaient de la chair.

Si nous laissons de côté les silex de *Thenay* et même ceux de *Saint-Prest;* si, pour ne nous occuper que des armes dont l'authenticité est reconnue par les plus exigeants, nous les comparons entre elles, il nous est aisé de suivre leur perfectionnement et de mesurer la distance considérable qui sépare les plus anciennement connues de celles que nous avons décrites.

Sans être taxé d'exagération, l'on peut dire que l'instrument des alluvions de la Somme est à la flèche des bords de la Loüe ce que la catapulte romaine est au projectile que lance la poudre. En effet, les gros silex de Saint-Acheul, comme le pense M. de Mortillet, et comme il nous le disait récemment, n'avaient, suivant toute probabilité, d'autre emmanchement que la main et le bras de celui qui s'en servait. C'étaient des massues plutôt que des haches. Il fallait donc que l'homme qui en était armé combattît corps à corps; et l'on s'imagine malaisément, aujourd'hui, ces luttes journalières et formidables, que, sous peine de mourir de faim ou d'être expulsé de sa demeure, il devait engager avec ses redoutables voisins. Que de force et d'adresse il lui fallait déployer dans ces combats, où, pour entamer la peau du rhinocéros et de l'éléphant et leur arracher la vie, il n'avait d'autre arme que ces silex grossiers!

Combien tout est changé pour nos troglodytes d'Excideuil ! Comme la chasse leur devient plus aisée et moins périlleuse, grâce à la perfection de leurs engins ! Il est vrai que les plus puissants de leurs ennemis ont disparu ; mais ce n'était pas encore sans danger qu'il leur fallait attaquer les bœufs, les loups, les grands cerfs ; et il était toujours difficile de surprendre et d'atteindre des animaux, tels que le cheval, le renne, le chevreuil, le renard, le bouquetin ; car il semble que l'agilité se fût mise alors à la place de la force. Le chasseur n'en pouvait triompher qu'à l'aide d'armes légères, pénétrantes, atteignant vite et de loin le but visé. Or, ces conditions ne sont-elles pas admirablement remplies par les flèches légères acérées et tranchantes de notre grotte ?

Comme on le voit, les ustensiles de chasse, primitivement incommodes, lourds, mal définis, se déterminent, s'accentuent peu à peu, et finissent par prendre une forme élégante, commode, utile, et qui a inspiré les armes d'une époque très rapprochée de la nôtre. C'est, en effet, tout d'abord, cette masse de Saint-Acheul et de Moulin-Quignon, qu'il est difficile de dénommer, dont on ne peut dire qu'elle fut une arme ou un instrument de la vie domestique, et qui, suivant toute probabilité, servait à maint usage. Puis, la pointe du Moustier. Tous instruments requis par la nécessité et ne pouvant répondre qu'aux besoins et aux goûts d'êtres grossiers et brutaux.

Vient ensuite une période où la perfection de la forme et de la taille se combinent, pour donner des armes tout à la fois efficaces et belles. Elle commence à *Solutré* et finit à *Excideuil ;* le premier ayant la lance qui frappe de près ; le second la flèche qui atteint à distance.

Ainsi, comme nous le disions en commençant, la station des bords de la Loüe renferme une arme qui, par l'abondance où on l'y trouve, en est la caractéristique et lui assigne un rang spécial ; qui, par la perfection de sa taille, la finesse de son tranchant, l'élégance de sa forme, par la précision dont elle devait jouir ; en un mot, par le haut rang qu'elle occupa parmi les engins meurtriers de ces temps reculés, met ceux qui s'en servaient au nombre des peuples les plus civilisés de l'époque paléolithique.

Et nous sommes tenté de croire que ces flèches de silex constituaient une arme supérieure à celles faites de corne de renne ; et que les échantillons de ces dernières, que nous avons trouvés, étaient les témoins d'une civilisation plus ancienne et moins avancée.

Personne, du moins nous le croyons, ne contestera que ces troglodytes ne fussent des lapidaires de premier ordre, car ce n'étaient pas seulement leurs armes qu'ils taillaient admirablement, mais bien tous les instruments dont ils se servaient : grattoirs, couteaux,

poinçons. Chez eux, le goût, qui parfois supplée au sentiment artistique, était très développé.

Mais, dira-t-on, ils n'étaient pas artistes comme ceux de la Madeleine ou de Laugerie-Basse. Cela est vrai, car jusqu'ici nous n'avons trouvé, à Excideuil, aucune pièce gravée ou sculptée, et il est probable que nous n'y en trouverons pas.

Mais de là faut-il conclure que les Authocthones de la Loüe étaient moins civilisés que ceux de la Vézère, et qu'ils vivaient à une époque plus reculée?

Nous ne le pensons pas; car, sans nous prononcer d'une manière catégorique sur cette difficile question de chronologie, nous ferons remarquer que, chez des nations également civilisées, la valeur des productions artistiques peut être très inégale; que, dans la vie d'un peuple, le sentiment artistique et les œuvres qu'il inspire ne sont pas toujours dans une relation directe avec son âge et le degré de sa civilisation : celle-ci étant en général proportionnée au perfectionnement des mœurs, de la science et de l'industrie, qui sont l'œuvre du temps; tandis que l'autre, essentiellement personnel, de race, d'occasion, de milieu, peut se manifester d'une manière plus spontanée, plus indépendante, plus imprévue, mais, par contre, souvent peu durable.

De tout ce qui précède, il nous semble légitime de conclure :

Qus la grotte d'Excideuil, durant les temps préhistoriques, fut habitée à diverses époques, dont la plus ancienne se rapproche de celle du Moustier, et dont la dernière, au moins contemporaine de Solutré, nous semble plus récente.

Que, parmi les stations à silex taillés, elle tient le premier rang.

Que durant la dernière période où elle servit d'habitat, la civilisation de ceux qui y vivaient, tout en différant de celle des hommes de Laugerie-Basse et de la Madeleine, peut être mise au même niveau.

Dr TUBINO,

de Madrid.

Note sur l'époque préhistorique en Espagne.

(Séance du 9 Septembre 1872.)

MESSIEURS,

Si la solennité et la haute signification de ces travaux consacrés au développement des lumières, qui seules peuvent améliorer la

condition des peuples, en réduisant à l'impuissance la force brutale pour rehausser l'empire de la raison, n'étaient des motifs assez puissants pour entraîner l'enthousiasme des vrais amants du progrès, le souvenir de vos récents malheurs, non moins tristes pour être moins mérités, et le courage qui est déployé pour les faire disparaître, ne peuvent manquer d'exciter les sympathies de ceux qui s'intéressent au triomphe de la justice, qui est en définitive le triomphe de la dignité humaine.

Oui, Messieurs, inspirée par le plus pur patriotisme, soutenue par l'amour calme et sincère du savoir, aidée par l'efficace concours d'une ville dont les traditions glorieuses ne manquent nullement, votre Société représente, à mon avis, le phare lumineux qui doit projeter ses rayons sur la conscience des hommes qui travaillent de bonne heure à la génération des germes féconds, qui firent jadis de la France et le cerveau et la pensée de l'Europe savante et civilisatrice.

Permettez donc, Messieurs, de vous saluer au nom de ceux qui, au delà des Pyrénées, se préoccupent de l'avenir de cette sœur chérie, de cette France toujours dévouée à la cause du progrès, toujours occupée de choses grandioses, de cette race virile qui, depuis les temps du moyen âge, porte l'étendard de la libre recherche philosophique, pour bouleverser le monde des idées surannées au contact de cette splendide manifestation du vieil esprit gaulois, enregistré dans les tablettes d'or de l'histoire, sous le titre de 89.

L'Espagne, occupée à se reconstituer sur les nouveaux principes de la démocratie, est agitée, jusque dans ses fondements séculaires, par toutes les forces du passé dans leur agonie; sa plus pressante préoccupation est de vivre; son lot, la lutte acharnée contre les entraves qui arrêtent son libre avancement. Cela vous explique la faible coopération de mes compatriotes dans la croisade que le monde savant a entreprise pour dissiper les ténèbres qui recèlent l'origine de l'homme. Quand les problèmes du jour attirent l'attention, quand on vient de sortir d'une léthargie de trois siècles, les thèmes purement scientifiques n'enrôlent pas un grand nombre de partisans, les controverses brûlantes de la politique et de l'économie dominent la généralité des esprits.

Vous savez que, malgré cette situation vraiment exceptionnelle, la science préhistorique compte, en Espagne, quelques vaillants champions, qui, quoique très réduits en nombre, font oublier l'exiguité de leurs forces par une vive sollicitude en faveur de l'objet de vos études, et, comme une preuve éclatante de cette vérité, je me propose d'exquisser le tableau des recherches préhistoriques accomplies tout récemment dans la Péninsule.

Dans les conférences professionnelles tenues à l'Université centrales, M. Vilanova, mon ami et confrère, toujours sur la brèche, a soutenu la cause de l'homme fossile, combattue ou méprisée par quelques défenseurs de la tradition autoritaire. Il vient de publier récemment un volume avec le titre de l'*Origine, nature et antiquité de l'homme*, titre sous lequel il passe en revue les questions principales d'archéologie et d'anthropologie préhistoriques.

En outre, M. Vilanova a visité les environs d'Argecilla, petit hameau de l'Alcarria, dans le but d'étudier un riche gisement de silex taillé et de céramique très ancienne découvert par M. de la Peña. Situé dans le talus d'une colonie tertiaire lacustre, ce banc forme un puissant dépôt qui mesure $1^{m}50$ de profondeur sur $0^{m}70$ de largeur et 12 mètres de longueur. Selon toutes les probabilités, la station d'Argecilla représente un atelier de l'époque mésolithique; on y trouve en quantité prodigieuse des *nuclei* en silex, qui ont fourni de nombreux couteaux, quelques-uns offrent des dimensions remarquables, $0^{m}24$ de longueur sur $0^{m}03$ de largeur. Argecilla produit aussi quelques pointes de flèche en pierre d'un fini admirable, au milieu d'une abondance de restes de céramique primitive mêlés à des dents et ossements de l'*Equus fossilis*, du *Bos primigenius,* du *Canis*, etc.

Cette station est d'une valeur positive dans nos études, parce que ayant trouvé tout près des silex et des restes de poterie grossière, des haches polies, caractérisées par un travail rudimentaire, il est permis de la classifier comme appartenant à l'époque de transition entre l'âge du renne et l'aurore de la période néolithique.

Non moins importante est la caverne d'Aitzquirri, située aux environs d'Avauzaru (provinces basques), caverne presque vierge, mais où on a trouvé déjà huit crânes de l'*Ursus spelæus,* découverte très significative pour être la première de ce genre réalisée dans mon pays.

Il existe dans les provinces de Valladolid et Palencia des dépôts considérables d'ossements fossiles, où on signale ceux appartenant au *Elephas primigenius*, originaire du quaternaire de la Vieille-Castille, et au *Mastodonte,* représenté, selon le professeur Vilanova, par deux espèces, qui se trouvent *in situ* à Carrun-de-los-Condes, dans un horizon miocène, recouvert d'une mince couche de terrain diluvial.

Près de Burgos, sur la pente de Parapa, on a trouvé une tête de *Rhinoceros tichorrhinus*, qui a été transportée au musée de l'École des mines de Madrid, et dans différents arrondissements de la province de Palencia, déjà citée, on exploite industriellement d'immenses dépôts d'ossements, où sont représentées diverses espèces d'animaux, parmi lesquelles on retrouve le cerf, dont les bois ont été, à plusieurs reprises, travaillés par l'homme.

Au milieu de ces ossements, on découvre des silex taillés et des haches polies en jade, des instruments en os, comme styles, aiguilles, fibules, amulettes, râcloirs, bâtons de commandement, marteaux, etc., et, pour nous plonger dans une plus grande perplexité, on retire aussi plusieurs objets en bronze et de la céramique romaine.

Si l'importance de l'Espagne centrale et du Nord, au point de vue préhistorique, reste incontestée, l'Andalousie offre une valeur encore plus effective, car elle a été, selon toutes probabilités, la contrée par où pénétrèrent dans la Péninsule les principaux colons asiatiques. Dans les montagnes que forme le système orographique des provinces andalouses, les cavernes sont fréquentes, et l'on peut assurer, d'après ce que démontre l'expérience, que leur exploration serait féconde en résultats utiles. Vous connaissez, au moins de nom, les dépôts célèbres du Mont-Laisse, avec le crâne humain de la même origine, qui a attiré l'attention des savants par ses circonstances étonnantes; vous êtes au courant des écrits des anthropologues anglais, à propos de cette trouvaille. Maintenant, aux faits connus je dois ajouter les heureuses découvertes de M. Macpherson, dans la *grotte de la Femme,* située non loin de Alhama (province de Grenade); sous un remblais d'un mètre de profondeur il a trouvé plusieurs restes de l'industrie humaine, avec un frontal et un pariétal appartenant à un individu de notre espèce, qui devait, par sa tête, se rapprocher beaucoup de l'homme *calpicus*.

Moi-même je viens de découvrir récemment, dans la première chambre de la grotte de los Canilorias, district de Ardales, province de Malaga, sous un remblais visiblement accumulé par l'action des eaux, dans une époque très reculée, quelques restes de poterie grossière, une petite hache en dyorite, et une mâchoire humaine très remarquable. Je n'ai pas fait une sérieuse exploration de cette caverne, d'où on a retiré, d'après les gens du pays, plusieurs échantillons de l'industrie primitive.

On peut affirmer maintenant qu'il n'y a pas une province ibérique où l'on ne trouve des haches de la seconde époque. On les ramasse partout, mais les provinces andalouses produisent spécialement ce genre d'objets avec une grande facilité. Parcourant, il y a peu de temps, une région montagneuse, j'en ai ramassé quelques-unes qui méritent d'être mentionnées par le fini de leur travail.

A Madrid, dans le diluvium de San-Isidro, on continue à trouver des haches de la première époque, toujours associées aux ossements fossiles de divers animaux.

Quant aux monuments mégalithiques, on les signale dans presque tout le littoral andalous, depuis les Alpujarras jusqu'à la frontière

portugaise; mais l'Estramadure se distingue par la répétition des *garitas* ou tumulus appartenant à une civilisation inconnue. En suivant la côte de l'Océan, l'archéologue trouve, dans le Portugal, les *Autas;* dans la Galicie, les *Mamoas* ou *Medonas,* et dans les provinces basques, les *Dolmens trilithes* et *galgals.* Chose remarquable, on n'a pas signalé ces antiquités dans l'intérieur de l'Espagne.

Les faits si légèrement exposés dans cette rapide esquisse démontrent la valeur des recherches préhistoriques dans la Péninsule. Le jour où des fouilles seraient entreprises sur une large échelle, la science s'enrichirait d'une abondante moisson, propre à éclairer l'histoire de la primitive population du territoire ibérien. Sa situation géographique, ses traditions mythologico-légendaires, les relations que la Péninsule a entretenues avec les Phéniciens, les Hellènes et les Carthaginois, nous autorisent à penser que, dans les temps préhistoriques, elle a reçu la visite des peuples asiatiques, qui ont laissé leurs traces dans les cavernes et sur le sol, où l'on découvre leurs tertres funéraires, leurs foyers et les instruments de leur industrie.

L'ethnographie ibérienne, selon ces principes de la science nouvelle, est à écrire. L'exploration systématique des cavernes, la classification savante des monuments sont des travaux considérables qui fixent l'attention des amis du progrès de l'autre côté des montagnes, quoique la crise politique et sociale que nous traversons empêche de les réaliser.

Je pense cependant que l'Association ne trouvera pas hors de propos l'indication sommaire des recherches que je viens de faire. La science ne connaît point les délimitations fréquemment artificieuses de la politique; devant son tribunal, tous ont droit à son impartialité, et si ces principes étaient méconnus, il y en aurait encore d'autres pour justifier mon travail. Les destinées de la France et de l'Espagne sont presque communes, leurs situations dans la crise contemporaine se ressemblent beaucoup, et si, dans des temps passés, une politique étroite et bornée a pu les séparer, la liberté, éclairée et fortifiée par la science, doit faire des deux peuples qui habitent entre l'Alsace et l'Andalousie une seule et même famille.

Dr PRUNIÈRES,

de Marvejols.

Présentation de silex, bijoux, poteries, etc., provenant des dolmens de la Lozère.

(Extrait.)

(Séance du 9 Septembre 1872.)

M. le docteur Prunières, de Marvejols, a présenté à la Section une très remarquable série d'armes de pierre et de parures de pierre, os, bronze, ambre, verre, etc., trouvée par lui dans les dolmens de la Lozère. Ces objets ne diffèrent pas de ceux qui ont été recueillis dans tous les dolmens du Midi, sauf des perles de verre bleu souvent émaillé, témoins d'une civilisation très avancée. M. le docteur Prunières, et M. le docteur Broca appuie son opinion, pense que ces objets de bronze et de verre sont d'origine phénicienne ou tout au moins étrangère.

Dr PRUNIÈRES,

de Marvejols.

Sur les Pilotis du lac Saint-Andéol.

(Séance du 9 Septembre 1872.)

Le lac de Saint-Andéol est situé dans le département de la Lozère, sur le grand plateau montueux qui porte le nom d'Aubrac, et cette région est inhabitable pendant une grande partie de l'année. Les conditions qu'elle présente aujourd'hui n'ont pas changé depuis un grand nombre de siècles; le lac Saint-Andéol disparaît chaque année pendant plusieurs mois sous une épaisse couche de neige, et il est à peu près inadmissible qu'une tribu préhistorique ait choisi ce lac pour y construire une cité lacustre. La tradition du pays porte cependant qu'il y avait là autrefois une ville, qui fut engloutie en une nuit et transformée en lac pour punir les habitants de leur inhospitalité. Mais des traditions analogues existent dans beaucoup de lieux et ne sauraient être considérées comme probantes. Les superstitions étranges qui se rattachent au lac Saint-Andéol et le culte tout païen que les pâtres et les habitants des localités les plus rapprochées viennent rendre chaque année au dieu du lac, ne sont que

les conséquences naturelles de cette tradition, et ne constituent pas une preuve de plus. M. Prunières, qui a eu l'occasion d'assister dans son enfance à une fête du lac, signale ce fait important que ne doivent pas oublier les archéologues. C'est que de temps immémorial les fidèles, pour obtenir les faveurs du dieu, ont projeté dans le lac, sur les ruines de la ville submergée, une innombrable quantité d'objets votifs de toute sorte, des pièces de monnaie, des tessons de poterie, des vêtements, des linges à pansement, des aliments, des toisons de brebis, etc.; il en était ainsi au temps de Grégoire de Tours. Ces objets se sont superposés par époques, comme ceux qu'on trouve dans le fond des lacs, au niveau des vraies habitations lacustres, et l'on comprend tout de suite l'importance de cette notion dans l'étude des constructions lacustres.

Une baisse extraordinaire des eaux du lac ayant mis les pilotis à découvert, M. Prunières put réussir à extraire non seulement des pilotis, mais encore des bois taillés à leurs deux extrémités, puis de petits trognons incisés sur toutes leurs faces. En étudiant ces incisions, il fut frappé de leur uniformité absolue : toutes avaient la même largeur; toutes celles qui étaient complètes avaient à peu près la même longueur; toutes celles qui n'étaient pas recouvertes étaient géminées; leurs dimensions et leurs formes ne pouvaient être attribuées à aucun des instruments connus des âges préhistoriques; finalement, il fut conduit à admettre que ces incisions uniformes avaient été produites par les incisives d'un rongeur, et que les constructions du lac Saint-Andéol avaient été faites par les castors.

M. Broca, sur la demande de M. Prunières, apporta de Paris des empreintes en plâtre faites sur le moule en cire des incisives d'un certain nombre de têtes de castors et celles de la trace de morsures faites par les dents des squelettes sur des boules en cire. Ces empreintes, rapprochées des incisions observées sur des bois encore humides, permirent de constater l'dentité absolue de ces incisions avec les morsures de castors; aussi M. le docteur Prunières se croit-il autorisé à dire que les digues et pilotis des anciennes habitations de castors peuvent simuler les débris d'anciennes habitations humaines lacustres, en même temps que les objets votifs projetés dans les eaux par les adorateurs des lacs peuvent former dans le fond des lacs des stratifications analogues à celles qui, autour des véritables habitations lacustres, correspondent à des époques successives.

A la suite de cette communication, M. Prunières présente à la Section, avec les moules obtenus par M. Broca, de nombreux pilotis appointés, des morceaux de bois de chêne d'un noir de charbon, et

un grand nombre de trognons informes couverts de plusieurs centaines d'incisions. Tous ces bois sont conservés dans un grand baquet plein d'eau. M. Prunières fait observer que les incisions que présentent ces bois sont, comme il l'a dit, géminées, étroites, concaves, semblables entre elles et non moins semblables aux empreintes artificielles que présentent les moules des boules de cire sur lesquelles M. Broca a fait mordre les dents des castors du Muséum. La plupart de ces bois sont donnés au beau Musée d'anthropologie préhistorique que M. Gassies, très connu par ses travaux de conchyliologie, organise actuellement à Bordeaux.

Dr PRUNIÈRES,

de Marvejols.

Distribution des dolmens dans la Lozère.

(Séance du 9 Septembre 1872).

M. le Dr Prunières présente une carte indiquant la distribution des dolmens dans le département de la Lozère. — D'après M. Prunières, les dolmens seraient limités à la région des *Causses* et n'existeraient que sur une toute petite partie de la surface du pays.

M. P. BROCA,

Professeur à la Faculté de médecine de Paris.

Sur la migration des peuples des dolmens.

(Séance du 9 Septembre 1872.)

Les objets en verre et en bronze que M. Prunières a extraits des dolmens de la Lozère, ne se trouvent généralement pas dans les sépultures de l'époque de la pierre polie, et il est naturel qu'on ait pu se demander si ces objets, provenant d'une industrie plus avancée que celle des peuples à dolmens, n'avaient pas été introduits ultérieurement dans la sépulture par des *enterrements secondaires*. Ces enterrements secondaires ont été surtout étudiés en Angleterre. Il est reconnu que plusieurs *Long-Barrows*, monuments analogues à nos grands dolmens et tout aussi anciens qu'eux, ont été utilisés, au bout d'un très grand nombre de siècles et même

jusqu'à l'époque saxonne, pour de nouvelles inhumations. C'est ainsi qu'on a pu trouver des armes de fer accompagnant des squelettes contenus dans les couches supérieures de certains *Long-Barrows*, dont les couches supérieures datent de l'époque de la pierre polie la mieux caractérisée.

Mais dans les dolmens de la Lozère, les objets en verre et en bronze étaient confondus pêle-mêle avec ceux de l'époque de la pierre polie, et il était par conséquent très probable que tous ces objets avaient été déposés en même temps. D'ailleurs l'hypothèse de l'enterrement secondaire ne pourrait être invoquée que pour expliquer quelques cas exceptionnels; tandis que ces cas sont, au contraire, extrêmement fréquents.

Le verre et le bronze des dolmens de la Lozère ne prouvent pas que ces dolmens soient plus récents que les dolmens du Nord de la France, où l'on ne trouve ni verre ni bronze, — mais seulement que ces objets étaient apportés par les Phéniciens sur les côtes de la Méditerranée et échangés ensuite de proche en proche. On conçoit très bien que ces échanges aient pu s'arrêter à une certaine limite.

Toutefois, la présence du bronze et du verre s'explique mieux si l'on admet que la race des dolmens soit parvenue dans le Midi de la France plus tard que dans le Nord. Tout permet de croire, en effet, que les dolmens de l'Europe occidentale et de l'Afrique septentrionale ont été construits par un peuple migrateur, qui ne s'avançait que lentement, et, malgré l'opinion contraire qui, tout récemment encore, a été soutenue à Bruxelles par M. Desor, je pense, comme M. Cartailhac, que cette migration, si bien étudiée par M. Alex. Bertrand, a procédé du Nord au Sud, et non point du Sud au Nord. On trouve, en effet, dans les dolmens, des objets provenant d'une industrie d'autant plus avancée qu'on s'éloigne davantage des bords de la Baltique, où M. Bertrand place le point de départ de la migration. De la Baltique à la France, et dans la plus grande partie de la France, les dolmens ne contiennent pas d'objets métalliques (sauf le cas déjà cité des enterrements secondaires). Dans le Midi de la France et en Espagne, on y trouve du bronze et aussi du verre; et dans l'Afrique septentrionale, enfin, on y trouve du fer.

Sur ce point, je le répète, je suis d'accord avec M. Cartailhac; mais je ne suis plus de l'avis de notre collègue lorsqu'il ajoute que les dolmens de l'Europe sont une importation asiatique. Il fait remarquer qu'il existe dans l'Inde des dolmens très semblables à ceux de l'Europe. Il rappelle que les peuples aryens, en quittant leurs pays d'origine, se sont répandus d'une part vers le Sud-Est, jusqu'au fond de l'Inde, d'autre part vers l'Ouest et le Nord, jusqu'à l'extré-

mité de l'Europe, et il est disposé à en conclure que l'usage des dolmens s'est répandu avec eux, comme leur langue et leur civilisation.

Cet argument est saisissant. Mais, d'une part, on ne trouve pas de dolmens dans les régions comprises entre l'Asie et les bords de la Baltique. On sait, cependant, que les Aryas n'ont pas franchi cet espace immense en une seule étape. D'une autre part, la linguistique a établi qu'avant de se séparer, les Aryas de l'Inde et ceux de l'Europe connaissaient plusieurs métaux, entre autres le cuivre et le bronze. Il devrait donc y avoir du bronze dans tous les dolmens; or, il n'y en a ni dans ceux de la Baltique, ni dans ceux du Nord de la France. Le bronze n'apparaît que là où le peuple des dolmens s'est trouvé en contact avec d'autres peuples qui connaissaient ce métal.

Quant à la similitude des dolmens de l'Inde et de ceux de l'Europe, elle est réelle, quoiqu'elle soit loin d'être complète. Mais cela ne suffit pas pour établir la filiation des races. Il y a, dans la Palestine, des dolmens peu différents des nôtres, et cependant, s'il est une chose bien démontrée, c'est que les races sémitiques n'ont aucune filiation avec les races indo-européennes. On pourrait supposer, il est vrai, que ces races, qui se trouvaient en contact dans un grand nombre de lieux, ont pu sè faire des emprunts réciproques, et que l'usage des dolmens a pu être un de ces emprunts. Mais il y a aussi des dolmens au Pérou, et il n'est pas admissible qu'il y ait eu, à l'époque des dolmens, des communications entre l'ancien continent et le nouveau.

De certains rapports de coïncidence que l'on constate entre les civilisations de ces deux continents, on a cru pouvoir conclure qu'elles avaient une origine commune. Lorsqu'on compare, par exemple, les couteaux d'obsidienne du Mexique avec nos couteaux de silex des temps préhistoriques; lorsqu'on constate, non seulement que ces objets sont semblables, mais encore qu'ils ont été taillés par les mêmes procédés, il est tout simple de croire qu'ils sont dus à une même industrie, transportée d'Europe en Amérique à l'époque où ces parties du monde étaient mises en continuité par le continent atlantique. Cette hypothèse serait acceptable, à la rigueur, pour les couteaux ou les silex taillés, puisque l'homme existait probablement déjà à l'époque tertiaire, et que, probablement encore, il savait déjà tailler le silex. Mais il faudrait remonter jusque-là, car la géologie et la paléontologie établissent que la séparation des deux continents et la disparition de ce continent intermédiaire, où l'on a cru pouvoir placer la fabuleuse Atlandide, ont eu lieu longtemps avant le début de l'époque quaternaire.

Peut-on faire la même hypothèse pour les dolmens? Evidemment

non, car les dolmens les plus anciens ne datent que de l'époque de la pierre polie; ils sont tous postérieurs, par conséquent, à l'époque quaternaire, et, à plus forte raison, à l'époque tertiaire. L'industrie des dolmens n'aurait donc pu être transportée en Amérique que par des navigateurs au long cours, et on connaît assez bien l'état de la civilisation à l'époque des dolmens, pour pouvoir affirmer que les hommes de ce temps-là ne pouvaient pas traverser l'Océan.

On est donc conduit à admettre que les dolmens du Pérou ont été, comme ceux de l'ancien monde, le produit d'une civilisation indigène, et cette conclusion, qui se dégage déjà comme une nécessité des considérations précédentes, a été rendue tout à fait certaine par les découvertes du célèbre archéologue américain M. Squier.

Dans l'une des séances du Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistorique, tenu à Paris en 1867, M. Squier fit exposer sur les murs de l'amphithéâtre un grand nombre de tableaux représentant les sépultures péruviennes des diverses époques. Il montra l'évolution de ces sépultures, depuis la simple pierre tombale de la première époque, jusqu'aux dolmens complets des derniers temps, et il fut ainsi démontré que ces monuments et les rites funéraires dont ils renfermaient les témoignages, étaient éclos et s'étaient développés sur les lieux mêmes, par une évolution continue qui exclut l'idée d'une importation étrangère.

La similitude des dolmens de l'Inde et de l'Europe, comme celle des dolmens de l'Europe et de l'Amérique, ne prouve donc qu'une chose : la similitude des facultés et des aspirations de l'homme qui les a construits.

Loin que les Aryas aient introduit en Europe l'usage des dolmens, je suis disposé à croire, au contraire, qu'ils ont apporté avec eux des idées et des croyances nouvelles qui ont mis fin à la période des dolmens.

Je félicite, en terminant, notre collègue, M. le Dr Prunières, du soin avec lequel il a dressé la carte des dolmens de la Lozère. Si nos collègues des autres départements veulent bien suivre cet exemple, nous possèderons bientôt des documents qui permettront d'établir exactement la marche et la répartition géographique de la race des dolmens.

Discussion.

M. DA SILVA annonce que dans quelques provinces du Portugal on trouve un grand nombre de ces constructions celtiques. Après avoir tracé sur le tableau la configuration géographique du royaume et avoir indiqué la division en provinces, il dit que l'*Alemtejo* est

la province où il existe le plus grand nombre de ces monuments. Il y en a plus de vingt; ils sont aussi placés près des ruisseaux, car cette province n'est arrosée par aucune rivière; toutefois les Celtes choisirent la ville de *Castello-de-Vide,* où il existe plusieurs ruisseaux, pour construire leurs dolmens alentour : cela vient confirmer la remarque faite par M. le Dr Prunières.

Dans les provinces du nord du Portugal on connaît à peine aujourd'hui trois dolmens, bien que dans la province de *Tras-los-Montes* il y ait plusieurs rivières, parmi lesquelles on peut citer le *Tamaga, Tera, Sabor* et le *Douro.* Aussi dans la province de l'*Estremadura* il y a seulement trois dolmens; dans la ville de *Thomar* deux, et celui d'un aspect grandiose sur la chaîne de montagnes de *Cintra,* dans lesquels M. da Silva a fait des fouilles (1). Cependant dans la province du *Minho,* où il y a aussi assez de rivières, le *Minho, Lima, Cavado* et le *Douro,* on ne trouve à présent aucun vestige de ces constructions; mais il y a beaucoup d'endroits dans cette province qu'on appelle du nom d'*Antas,* nom par lequel en Portugal on désigne les dolmens; cette particularité fait penser qu'on avait conservé le nom ancien de ces monuments pour les donner aux endroits où ils existèrent alors dans cette localité.

Dans la province la plus occidentale du Portugal, dans les *Algarves,* il n'y a pas de vestiges d'un seul dolmen; il est vrai qu'elle est la plus aride de tout le pays, ayant seulement la rivière du *Guadiana,* qui sépare le Portugal de l'Espagne : toutefois Strabon, en parlant du promontoire sacré, dit (*Hispania,* liv. III), *Lapides multi in locis ternos aut quaternos impositos.*

Dans sa publication très intéressante, l'érudit archéologue espagnol, M. de Gongora y Martinez, parlant des antiquités préhistoriques d'*Andalousie,* donne la description et les dessins de douze dolmens qui existent autour de la ville de *Granada,* tels que ceux de *Dilar, Iloyon, Ascencion,* etc.; ils sont également tous placés près des ruisseaux. Cette circonstance doit servir beaucoup pour aider à faire les recherches pour trouver la marche que les Celtes auront prise pour entrer dans l'Europe, si dans tous les pays on fait des investigations dans ce sens, en suivant le chemin tracé par eux, en faisant attention à la direction où ils ont placé successivement les monuments dans le voisinage des cours d'eau : mais il faut se hâter de faire ces investigations avant que le vandalisme n'ait détruit un plus grand nombre de ces anciennes constructions.

(1) Voir *Souvenirs du Congrès international d'anthropologie et archéologie préhistorique à Bologne et des excursions faites à Modène, Marzabotto et Ravena,* par le chevalier J.-P.-N. da Silva. Lisbonne, 1872, p. 43, pl. IV.

M. Gassies, à propos des discussions qui viennent d'avoir lieu, rappelle qu'une identité de mœurs, de coutumes n'est pas le moins du monde une preuve d'origine commune. Ainsi, sur bien des points de l'Amérique ou de l'Océanie on trouve des populations qui ont la même industrie, le même degré de civilisation que certaines peuplades préhistoriques de nos pays et qui sont bien loin pourtant d'être de la même race et d'avoir eu le moindre rapport.

Madame Clemence Royer ajoute que la question des dolmens est plus compliquée qu'on ne le croit. Ainsi, il faut tenir compte de ce fait que le Pérou possède des monuments mégalithiques et qu'il y a eu des communications entre l'Amérique et l'ancien continent par des terres aujourd'hui disparues sous les eaux. N'a-t-on pas trouvé des *Sémites* américains? Certainement l'homme arrive toujours au même résultat pour les choses utiles, nécessaires, lorsque l'industrie est primitive et la matière la même. Mais pour les objets de parure et les mœurs, l'identité indique une communauté d'origine ou des relations.

M. J.-B. GASSIES,

Membre de la Société linnéenne de Bordeaux, correspondant de la Commission de la topographie des Gaules.

Résultat des fouilles faites dans le Jardin de la Mairie à Bordeaux.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

I.

Les travaux de sondage et de creusement pour l'établissement du grand égoût collecteur, dans les parties basses de la ville de Bordeaux, ont mis à découvert une grande quantité de matières tourbeuses, remplies d'ossements de mammifères dont la majeure partie porte des traces évidentes d'un travail humain.

La plupart des personnes qui s'occupent de l'homme préhistorique en ont déduit qu'un immense marais devait recouvrir les vallées parcourues par le Peugue et la Devise, et que là devaient vivre, dans des retranchements, de nombreuses populations à l'état primitif ou sauvage.

Des recherches opérées dans les rues de Rohan, Victor, Porte-Basse, Trois-Conils, des Herbes, etc., ont contribué à propager cette idée, et les divers fragments retrouvés dans les couches inférieures du sol actuel ont prouvé que des remaniements nombreux étaient venus apporter la perturbation dans les assises, mais que, néanmoins, on retrouvait toujours les mêmes matériaux, à peu près aux mêmes profondeurs.

Ainsi, après la couche actuelle, on a retrouvé des débris de démo-

litions la plupart d'origine purement romaine, puis au-dessous, comme cela a eu lieu au marché des Grands-Hommes, une couche charbonneuse, puis une couche de terre végétale remplie de débris de poteries, et, enfin, une troisième couche de cendres et de charbon, parmi lesquels quelques instruments en silex se trouvaient égarés.

M. Sansas avait recueilli, en 1866 (1), plusieurs témoins de ces bouleversements, et, en 1867 (2), il a pu se procurer des os de ruminants, tous travaillés ou fendus verticalement, avec intention, soit de les convertir en outils, ou pour en extraire la moelle. Des silex trouvés sur place expliquaient surabondamment les entailles et les stries marquées sur ces os.

La question d'une vaste cité palustre qui devait s'étendre de la Chartreuse à la Garonne, paraissait donc devoir s'affirmer, et les recherches, poursuivies avec assez de suite, ont prouvé que ces marais ont dû servir de refuge, sinon constant, du moins temporaire, à une population assez nombreuse, à en juger surtout d'après l'immense quantité d'os et de débris de coquilles dont tout le sol est rempli.

Presque tous ces os appartiennent à des animaux d'espèces comestibles, et leurs fragments mêlés avec des vertèbres de poisson, des coquilles d'huîtres, de moules, de peignes, de bucardes et d'hélices, témoignent suffisamment, je crois, de stations prolongées sur les grands marais formant un estuaire au confluent des deux cours d'eau signalés plus haut.

Vers la fin de 1867 et commencement de 1868, les travaux de la rue de Rohan mirent à découvert des couches de tourbe et une immense quantité d'os, la plupart fracturés. MM. Delfortrie et Benoist purent en recueillir de toutes sortes, ainsi que des fragments de bois et des silex travaillés.

Ils signalèrent également un dépôt marin postérieur à la couche de tourbe, et, comme ce fait paraissait extraordinaire, il fut question de prolonger la fouille, afin de vérifier ce qu'il pouvait y avoir de fondé.

La partie qui s'étend sous le jardin de la Mairie fut choisie par ces Messieurs et, sur la proposition de la Société des sciences physiques et naturelles, une demande fut adressée à l'administration municipale afin d'obtenir les subsides nécessaires à cette fouille, et l'autorisation de la poursuivre dans une portion désignée du jardin.

Cette autorisation accordée, une Commission fut nommée parmi les membres de la Société pour surveiller et suivre les travaux, qui durent commencer le 15 juillet. J'eus l'honneur d'être prié de me joindre à ces Messieurs, mes publications sur ces questions ayant fait penser que je pourrais être de quelque utilité pour la vérification des faits.

(1) Marché des Grands-Hommes.
(2) Rues Victor et Porte-Basse.

Ayant pu disposer de mon temps, je me suis d'autant plus intéressé à ces recherches que, déjà, j'avais conçu quelques doutes au sujet de la virginité des couches précédemment explorées, et de la possibilité d'un banc marin postérieur à la tourbe; aussi, en me tenant jour par jour, en présence des ouvriers, sur le lieu même de la fouille, j'en suis arrivé à avoir la conviction profonde que ceux qui nous ont précédés sur le sol bordelais, vivaient en partie sur les ilots émergeant des marais, mais sans y établir ces pilotis, qui seuls attestent l'intention de la demeure stable, et sur lesquels étaient bâties ces habitations de branches et de boue dont les vestiges se retrouvent encore dans les lacs de la Suisse et les terramares de l'Italie (1).

De simples cabanes de bois et de roseaux devaient servir de refuge aux peuplades disséminées par tribus, et dont les guerres incessantes avec celles des plateaux voisins expliquent la dispersion fréquente et la destruction par le pillage et l'incendie.

Je suis donc fondé à penser que nous n'avons pas eu de cité véritable, mais de simples refuges, où les individus se groupaient pour un certain espace de temps consacré à la chasse et la pêche, contre les urus, bisons, chevaux, cerfs, chèvres, poissons riverains et mollusques.

Mais la question la plus grave, celle de la couche marine indiquée, restait à résoudre; nous verrons plus loin ce qu'elle est devenue.

II

Le résultat de la fouille effectuée dans le jardin de la Mairie n'a pas ébranlé mes convictions, et, bien que des remaniements aient eu lieu en quelques endroits, il m'a été possible de me rendre compte de la position occupée par les couches et de tracer leur horizontalité primitive.

Malheureusement, cette fouille ne m'a pas paru d'une assez grande étendue; son exiguité même ne permettait pas aux ouvriers une suffisante liberté de mouvements, et, vu la profondeur atteinte, $6^{m}50$, c'est tout au plus s'ils avaient assez d'air pour suffire aux besoins de la respiration, souvent gênée par le dégagement des miasmes qui s'exhalaient des parois infiltrées d'eau corrompue.

J'aurais vu avec plaisir se développer cette fouille à 2 ou 3 mètres plus en avant dans le jardin, où elle n'aurait gêné en rien la circulation, et où, certainement, il y aurait eu plus de chances de rencontrer ce que l'on avait intérêt à y découvrir.

(1) M. Delfortrie signale un petit pilotis dans le fond de la tranchée de la place Rohan comme gallo-romain.

III

La fouille se composait de 6m50 de long sur 2 mètres de large; elle a été poursuivie jusqu'à 6m50 en contre-bas du sol actuel.

Les diverses couches se composent de :

1°	Terres rapportées en remblai de démolitions.....	2m00
2°	Terres noires avec huîtres, os de ruminants; une faille en remblai, coin ouest.....	1 20
3°	*Idem,* avec un dépôt de moules valvées dans un coin, à l'ouest; os sciés, poteries, silex pugillaires.....	0 10
4°	Débris de démolitions, sable et cailloux.....	0 80
5°	Tourbe compacte à sa partie supérieure, remplie de graines de chenopodium, raisin, etc.; défoncée vers l'ouest, mêlée à la couche quatrième. Lit inférieur garni de tiges de plantes non décomposées; un bois de cerf, un sifflet en os, etc.....	0 50
6°	Terre noire, sablonneuse, avec petits cailloux, os de mammifères et une multitude de coquilles terrestres et lacustres, des fragments de poterie romaine, du moyen-âge, etc.; poignard en fer du seizième siècle, os nombreux, huîtres, etc., etc., véritable fond de marais.....	0 50
7°	Couche de sable, cailloux, cendres, huîtres, hélices, os et poteries diverses.....	0 20
8°	Terre sablonneuse, blanchâtre, avec petits cailloux, poteries, huîtres, os, bois travaillé.....	0 40
9°	Terre noire, très boueuse, avec sable, cailloux, os, huîtres, poteries.....	0 80
10°	Terre grisâtre, avec huîtres et petits cailloux roulés....	0 10
11°	Argile plastique verte.....	0 00
		6 60

IV

Ainsi, pas de vestiges de pilotis, ni de dépôt marin; la couche supérieure à la tourbe ne peut être considérée comme tel, car les moules qui s'y sont rencontrées ne pouvaient tout au plus être considérées que comme un dépôt accidentel, par suite d'un rejet semblable à ceux de l'époque actuelle, lorsque les mollusques sont gâtés.

Le peu d'épaisseur de la couche, réduite à un petit espace au-dessus des deux lits de terre et de tourbe, prouve qu'il n'est nullement possible d'admettre qu'un fait géologique de cette importance se soit produit à une époque presque contemporaine des commencements historiques, sans que quoi que ce soit, pas même la tradition, ne nous en ait rien transmis.

Je crois donc qu'il faut se garder de croire qu'un dépôt marin ait pu se former dans de telles conditions, et que les amas de moules, peignes, huîtres, etc., etc., toutes espèces comestibles, indiquent suffisamment le but de leur agglomération comme débris de repas, et que leur assimilation ne peut même les rapprocher des *Kjokken-möddingers* du Danemark, puisque leur dispersion leur enlève cette forme bombée qui est le trait caractéristique de ces amoncellements.

On doit donc conclure que la fouille opérée dans le jardin de la Mairie n'a pu et ne pouvait avoir le résultat qu'on en attendait ;

Que les pilotis ont manqué jusqu'à présent dans tout le parcours des travaux, sauf le tronçon indiqué comme gallo-romain à la place Rohan ;

Que le dépôt marin ne saurait exister là où il a été signalé, et qu'il est facile d'assigner aux parties basses de Bordeaux une époque préhistorique pendant laquelle les Aborigènes vivaient en partie sur les plateaux et dans le vaste marais qui devait envelopper tout le parcours du Peugue et de la Devise, et où devait être placé l'Emporium cité par Strabon ;

Enfin, que le second banc de tourbe, cité également, n'a pas été retrouvé dans la tranchée, bien que la couche d'argile ait été atteinte (1).

V

Il me reste à constater la présence, dans le banc placé immédiatement après la tourbe, d'une grande quantité de mollusques terrestres et d'eau douce, mêlés de temps en temps à des fragments de poteries, d'huîtres, d'os fracturés et de bois façonnés.

Les mollusques appartiennent tous à la faune girondine actuellement vivante et ont leurs représentants dans les marais de Boutaut, de la Chartreuse, de Bègles.

Ce sont :

Terrrestres..
- *Helix aspersa* (Muller).
- — *nemoralis* (Linné).
- — *variabilis* (Drapd).
- — *pulchella* (Muller).
- — *costata* (Id.).
- *Bulimus hispida* (Linné).
- — *subcylindricus* (Id.).
- *Cyclostoma elegans* (Drapd).

(1) Il n'a pas été trouvé de silex travaillés, malgré les nombreuses entailles et stries visibles sur les os ; seulement il a été recueilli trois ou quatre fragments pugillaires auxquels on attribue l'office de marteaux.

Palustres....	*Planorbis contortus* (Drapd). — *albus* (Muller). — *leucostoma* (Millet). — *corneus* (Linné). — *vortex* (Id.). — *carinatus* (Muller). — *nitidus* (Id.). *Limnæa stagnalis* (Linné). — *limosa* (Id.). — *palustris* (Muller). — *truncatula* (Id.). *Bythinia tentaculata* (Linné). — *Leachii* (Gray). *Valvata piscinalis* (Muller). — *cristata* (Id.). *Cyclas cornea* (Linné). *Pisidium pulchellum* (Jennyns).

Les graines trouvées en très grande quantité dans les lits de la tourbe appartiennent à une *Chénopodée* de grande taille, d'après l'éminent professeur de botanique, M. Durieu de Maisonneuve.

Elles paraissaient d'abord ornées d'un vif éclat rouge de brique brillant, mais qui ne tardait pas à passer au noir dès leur contact à l'air libre. J'ai essayé d'en planter quelques-unes dans de la terre de bruyère avant que l'air les eût pénétrées, mais leur long séjour dans un lieu aussi humide leur avait fait perdre leurs qualités germinatives, et il a fallu renoncer à l'espoir de les voir lever.

Les autres espèces sont : 1° une variété de prunier sauvage *(Prunus spinosa)*; 2° de pépins de raisin, etc., mélangés avec des élythres d'insectes buprestides ayant conservé tous leurs reflets métalliques.

Les os appartiennent aux espèces suivantes :

Bœuf, petit et grand.
Cheval, petit.
Cerf.
Chèvre.
Mouton.
Cochon.
Chien ?
Oiseau, palmipède de grande taillè.
Poisson ?

Les os de mammifères sont généralement fendus verticalement et les crânes brisés, dans le but bien évident d'en extraire la moelle et

la cervelle, matières pour lesquels tous les peuples primitifs ont un goût très prononcé (1).

Une matière bleue répandue sur tous les fragments de bois, surtout sur les spatules à potier, a été soumise aux yeux exercés de M. Delesse, professeur à l'École des mines de Paris, qui a reconnu la présence du phosphate de fer.

M. SANSAS fait suivre la lecture de M. Gassies des remarques suivantes :

Le milieu de la ville se trouve au fond d'une vallée; l'eau sort par les bouches d'aqueduc lors des grandes crues; le sol romain est à 3 mètres au-dessous; donc, déjà à cette époque, à toutes les marées, le sol était couvert d'eau. Cela confirme les dire des anciens, qui savaient que Bordeaux a été placé sur un marais. Les preuves de l'existence d'un âge de pierre sont nombreuses. L'Emporium celtique était sur l'eau. On y a trouvé un joli grattoir en silex rose. La tourbe y est de formation récente.

M. LE COMTE DE CHASTEIGNER. — M. Sansas a fait valoir le nom de mer. Or, c'était un nom appliqué partout aux *points où la marée* montante se faisait sentir. Notre sol, a-t-il dit, est au-dessus du sol ancien, mais on constate ce fait dans toutes les villes où les Romains ont laissé des traces. Souvent on nivelait le sol, et il est peut-être moins surexhaussé à Bordeaux qu'ailleurs. Il y a exhaussement constant des embouchures des fleuves. Nous subissons la loi commune (le Pô en est l'exemple le plus frappant). L'exhaussement de notre région a été fort lent, il a été plus sensible le long même du lit de la Garonne que dans les vallées des rivières qui viennent y aboutir. Un seul fait, la trouvaille d'un grattoir en silex, ne peut prouver grand'chose, car cet objet a pu être apporté sur ce point par remblai ou autrement. Quoi qu'il en soit, les vestiges de l'âge de la pierre polie abondent dans le pays.

(1) Voir *Cailloux ouvrés d'origine dite celtique des environs d'Agen*, par M. Gassies. *Actes Acad. imp. sciences de Bordeaux*, 1864.)

M. G. CHAUVET.

Station de l'époque du Renne au Ménieux (Charente). Dolmen de Pierre-Rouge.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

M. G. Chauvet décrit une nouvelle station de l'âge du Renne, qu'il a découverte au Ménieux, commune d'Édon (Charente). L'une des grottes de cette station, située à 20 mètres environ de la rivière la Lisonne, est presque au niveau de l'eau; elle se compose d'un grand vestibule triangulaire, très éclairé, s'ouvrant au Midi par une large ouverture de 12 mètres, et se prolonge à droite par un couloir obscur.

Le devant de la caverne, semé de gros blocs calcaires, a été remanié à des époques diverses, mais l'intérieur a fourni une couche archéologique intacte, formée d'un amas de petites pierres reliées par un mélange de sable et d'argile rouge. Cette couche contenait :

1° Une grande quantité de silex taillés type du Moustier et type de Solutré;

2° Des ossements brisés (cheval, bœuf, renne, hyène, renard, etc.);

3° La partie inférieure d'une mâchoire d'enfant, ayant de grandes analogies avec la mâchoire de la Naulette;

4° Enfin, de nombreuses boules calcaires de 0^m03 à 0^m06 de diamètre, incontestablement taillées et polies par l'homme; l'usage de ces objets est assez difficile à déterminer (ce sont peut-être des boules de jeu).

M. Chauvet résume ensuite la fouille qu'il a faite sous le dolmen de Pierre-Rouge, commune d'Édon (Charente). Sous la table horizontale, longue de 5 mètres, dans une couche de terreau noir, argileux, il a trouvé plusieurs squelettes brisés et en désordre, des fragments de poterie grossière, rouge et noire, quelques flèches et une belle pointe de lance en silex, sans trace de bronze ou de fer.

Au-dessous des ossements, se trouvait une couche de cendres et de charbons, recouvrant immédiatement le sol, dans lequel était creusé un petit silos contenant de l'argile, et trois lames de silex taillé.

La disposition de ces divers objets montre très nettement la *cérémonie funéraire :* on pratiquait dans le sol, au milieu du dolmen, une petite excavation circulaire, et après y avoir déposé des silex taillés, on allumait un feu (de purification?). C'est alors seulement que les cadavres ou les squelettes étaient déposés.

M. DE QUATREFAGES,

Membre de l'Institut.

Description d'un goniomètre pariétal.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

M. de Quatrefages met sous les yeux de la Section l'instrument qu'il a imaginé pour mesurer l'angle formé par deux lignes tangentes au point le plus saillant de l'arcade zygomatique et à la portion latérale de la suture coronale. On sait que Prichard a, le premier, appelé l'attention sur l'inclinaison relative de ces lignes, et qu'il a donné le nom de *têtes pyramidales* aux têtes sur lesquelles ces tangentes tendent à se joindre par un angle quelque peu ouvert. Le savant anglais s'était borné à des indications très vagues. M. de Quatrefages a cherché à préciser et à mesurer ce caractère. Son instrument a été présenté à l'Académie en 1859, et la description figure aux Comptes-Rendus; mais elle a été oubliée, et le seul auteur qui l'ait mentionnée a ajouté que ce goniomètre n'avait jamais servi. M. de Quatrefages fait observer qu'il a déjà publié quelques chiffres dans son premier travail, et que, dans ses cours, il a donné l'angle pariétal des divers groupes de races noires et jaunes. Toutefois, les mesures n'ont été prises que sur un petit nombre de têtes, choisies comme types de ces groupes. L'orateur ne voudrait donc pas regarder ces premiers résultats comme définitifs. Il pense, en outre, qu'indépendamment de l'angle déjà indiqué, angle pariétal antérieur, il est bon d'en prendre un second en faisant passer les tangentes par la partie la plus saillante du pariétal, l'autre point restant le même sur l'arcade zygomatique.

Le goniomètre construit par M. de Quatrefages repose sur quelques données de géométrie tout à fait élémentaire et se rattachant à la théorie des parallèles. Il consiste en une sorte de compas de cuivre dont les branches seraient brisées à charnière à quelque distance de la tête et prendraient, à partir de ce point, la forme de deux règles lisses. L'une de ces branches (branche mâle) porte à sa partie supérieure un demi-cercle divisé. Sur l'alidade de ce cercle s'élèvent, du côté interne, deux règles perpendiculaires portant des divisions égales et pouvant s'étendre jusqu'à l'autre branche du compas (branche femelle), qui est simple.

Pour employer l'instrument, on tient de la main droite la partie supérieure du compas. On applique sur la tête à mesurer les règles

qui lui font suite. De la main gauche, on fixe la branche mâle de manière que le bord interne, représentant la ligne figurée par Prichard, soit tangent aux points indiqués. On presse avec la main droite et l'on rapproche la branche femelle, qui vient, à son tour, s'appliquer à l'autre côté de la tête. On enlève ensuite l'instrument et on le pose à plat sur une table. On fait alors mouvoir les deux règles graduées, de manière que leur intersection avec le bord interne de la branche femelle indique les divisions égales. A ce moment, la branche femelle et l'alidade sont parallèles, et celle-ci indique, sur le cercle gradué, l'angle formé par le bord interne des deux branches du goniomètre.

M. Abel HOVELACQUE,

Directeur de la *Revue de linguistique et de philologie comparée.*

Note sur les subdivisions de la langue commune indo-européenne.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

I. Commencées il y a plus d'un demi-siècle, les recherches méthodiques entreprises sur les langues dites *indo-européennes* ou *aryennes,* ont abouti, depuis une vingtaine d'années, à la restitution sommaire de l'idiome parlé par nos « ancêtres linguistiques » (1). Aujourd'hui, la science du langage en est arrivée à ce résultat, qu'il n'y a plus à mettre en doute l'existence préhistorique d'une population dont la langue était celle que l'on a pu rétablir d'après les idiomes hindous (2), éraniens (3), helléniques, italiotes, germaniques, lettes, slaves, méthodiquement comparés. Au point de vue phonétique (voyelles, demi-voyelles, consonnes), et au point de vue morphologique (formation des thèmes, dérivation, composition, déclinaison, conjugaison), l'on est parvenu, dans cette restitution, à des conclusions peu affirmatives sans doute en ce qui touche certains détails et même quelques faits importants, mais du moins parfaitement nettes et décisives en ce qui concerne l'ensemble du système. Ces conclusions ne sauraient guère rencontrer d'objections que de la part des personnes auxquelles est étrangère la science du langage, ce qui, dès lors, et par là même,

(1) Le terme d'*indo-européen* ne laisse entendre qu'une parenté glottique, sans préjuger aucune communauté de race.

(2) Le sanskrit en est le plus correct représentant.

(3) Entre autres, le zend ou vieux baktrien, langue dans laquelle fut rédigé l'*Avesta,* et le vieux perse.

enlève, aux yeux des juges compétents, toute valeur à ces objections. En somme, si nous ne nous trouvons pas fixés d'une manière définitive sur certains points du phonétisme commun indo-européen, si nous sommes renseignés d'une façon moins précise encore sur certains faits morphologiques (1), nous possédons au moins, non seulement l'ensemble du système, mais encore, sur une foule de détails, des renseignements très exacts, si bien qu'un idiome indo-européen quelconque, l'arménien, par exemple, ou le français, le bas-breton, le tchèque, le lithuanien, ne peut plus être étudié scientifiquement que dans l'unité linguistique indo-européenne.

II. Encore un coup, ce sont là des faits qui, aux yeux des spécialistes, valent comme monnaie courante. Ce qu'il y a de beaucoup moins évident, de beaucoup moins prouvé, et, à notre point de vue, de singulièrement hasardeux, ce sont ces restitutions de souches linguistiques secondaires auxquelles, depuis quelques années, l'on semble accorder une valeur réelle. L'opinion la plus générale, la plus communément répandue, est que la langue commune indo-européenne se serait partagée, à une certaine époque, en deux tronçons, c'est-à-dire aurait donné naissance à deux branches secondaires, l'une indo-éranienne, l'autre européenne. La première de ces branches se serait divisée subséquemment en deux rameaux, l'un hindou (sanskrit, etc.), l'autre éranien; à son tour, la langue commune éranienne aurait donné naissance au perse, au zend, etc. Quant à la branche européenne, les opinions relatives à ses subdivisions sont singulièrement divergentes. Un certain nombre d'auteurs admettent une unité secondaire helléno-italique; de la branche commune européenne (détachée elle-même du tronc indo-européen) aurait procédé un idiome bien déterminé dont seraient nés, à leur tour, d'une part les dialectes grecs, d'autre part le latin, l'osque, l'ombro-samnite. Cette théorie, défendue par des linguistes de premier ordre (2), n'a malheureusement rien ajouté à la réputation des auteurs qui la soutiennent, et, dès le premier abord, elle se trouve discréditée par de singulières violences aux principes phonétiques, violences que nécessite son acceptation. Schleicher, notamment, était absolument opposé à cette manière de voir. D'après lui, de la langue commune indo-européenne se seraient détachés, non pas un rameau indo-européen et un rameau

(1) Par exemple, à l'égard des noms de nombre. Nous ignorons quel a pu être le mot servant à exprimer le nombre *un;* la racine des nombres *sept*, *huit* est connue, mais la forme thématique organique ne l'est point. Dans la déclinaison, il nous faut encore hésiter sur la restitution précise de certains suffixes.

(2) Entre autres, par MM. Curtius et Ascoli. La prétendue branche helléno-italique a reçu parfois le nom de *pélasgique*, mais cette dénomination manque de tout fondement positif.

européen, mais bien, et simultanément (1), d'une part un rameau slavo-germanique, d'autre part un rameau indo-érano-gréco-italo-celtique; celui-ci aurait donné, à son tour, d'un côté un idiome commun indo-éranique, d'autre côté un idiome commun gréco-italo-celtique, d'où le grec d'une part, et, de l'autre part, une langue commune italo-celtique; cette dernière, enfin, se serait plus tard subdivisée à son tour. Ce qui caractérise spécialement cette théorie, c'est le rapprochement intime des idiomes celtiques et italiques, rapprochement que d'excellents auteurs ont d'ailleurs appuyé avec un grand luxe d'arguments. Il est vrai que d'autres auteurs, non moins compétents, crurent trouver des liens d'une parenté plus rapprochée entre les langues celtiques et germaniques. En ce qui concerne les langues slaves et le groupe letto-lithuanien, les points grammaticaux sont assez manifestes pour que l'opinion générale se prononce en faveur d'une unité secondaire, ou tertiaire, letto-slave.

III. Il ne rentre pas dans le cadre de cette courte notice d'indiquer, même brièvement, les motifs sur lesquels s'appuient, chacun de leur côté, les auteurs partagés d'opinions pour soutenir leurs vues respectives. C'est en particulier à l'égard de la position occupée par les langues celtiques que la question a été débattue par les auteurs les plus compétents dans les deux recueils spéciaux publiés par M. Ad. Kuhn (2); c'est là que doivent avant tout se reporter les personnes qui désirent examiner la question d'une manière approfondie. M. H. Ebel, si parfait connaisseur de la phonétique et de la morphologie des divers idiomes celtiques, et si versé, en même temps, dans l'étude de la linguistique générale indo-européenne, sans partager l'opinion émise par M. Lottner que les Celtes aient formé, à une époque donnée, une population commune avec les Germains et les Letto-Slaves, déclare sans hésitation que les langues celtiques se relient intimement au groupe germanique; mais, d'autre part, il leur trouve une bien grande affinité avec les langues italiques, et, en définitive, il arrive à cette conclusion qu'à l'exception du lette et du slave, il n'y a point, dans la famille indo-européenne, d'idiomes plus rapprochés l'un de l'autre que les idiomes celtiques et italiques; de plus, le groupe qu'ils forment ensemble lui paraît plus proche des langues germaniques que de l'hellénisme. Cette théorie, comme on le voit, diffère notamment de la formule de Schleicher par l'écart plus considérable dans lequel elle place les Grecs dans le prétendu groupe européen. Personnellement, cet écart ne nous choque en

(1) *Compendium der vergleich. Gramm.*, introduction.

(2) *Beiträge zur vergleich. Sprachforschung*, 1858 et suiv.; *Zeitschrift f. vergl. Sprachf.*, Berlin.

aucune façon, vu les très nombreuses analogies que nous rencontrons entre les idiomes grecs et éraniens; une connaissance plus approfondie des langues aryennes de l'Asie-Mineure fortifiera peut-être encore cette opinion.

IV. C'est affaire à une publication spéciale que de passer au crible les arguments de détail fournis sur cette question par les différents linguistes qui l'ont traitée. Si les résultats de la linguistique, comme ceux de toutes les sciences naturelles, doivent être manifestes pour les personnes qui ne font point de cette sorte de recherches une étude particulière, ses analyses, du moins, ne peuvent être appréciées, selon leur plus ou moins grande valeur méthodique, que par les spécialistes. Nous nous abstenons donc ici de toute critique particulière.

V. Toutefois, et tel est précisément le but de cette notice, nous tenons à mettre en garde les anthropologistes peu versés dans la science du langage contre cette opinion, inadmissible à notre sens, qu'entre la langue commune indo-européenne et les groupes hindou, éranien, hellénique, italique, celtique, germanique, lette, slave, il y ait eu des unités secondaires intermédiaires, celto-italique, par exemple, ou celto-germanique, ou letto-slave, ou quelque autre encore. Si l'on acceptait ces groupements secondaires, ces unités intermédiaires, l'on serait bien forcé d'admettre également des populations ayant parlé ces sortes d'idiomes; or cette conclusion, nous estimons que la linguistique ne la fournit en aucune façon à l'anthropologie. Sans doute, quelques idiomes sont plus rapprochés de quelques-uns de leurs congénères que de quelques autres d'entre eux, et cela sous nombre de rapports, par exemple l'hindou de l'éranien, le lette du slave (1). Mais est-ce à dire qu'il faille conclure de là à une langue spécialement commune letto-slave, indo-éranienne? En aucune manière. Nous ne savons pas encore à l'heure actuelle, et sans doute nous ne saurons jamais pour quels motifs les Indo-Européens entreprirent les lointaines émigrations que l'on connaît; mais ce qu'il y a de fort vraisemblable, de hautement probable, c'est qu'avant leur dispersion, ou, si l'on veut, leurs dispersions, ils pouvaient déjà se compter en nombre considérable et qu'ils s'étendaient sur de vastes espaces. Qu'y aurait-il eu d'étonnant à ce qu'en ces larges limites le parler commun se soit modifié, altéré, corrompu dans les différentes tribus établies sur ce territoire? Rien, assurément. Ces altérations, ces modifications ne durent point se montrer toutes et partout les mêmes; ici elles affectèrent plutôt la phonétique,

(1) L'on peut en dire tout autant à l'égard de la mythologie comparée.

là elles s'attaquèrent de préférence aux formes. De plus, il nous paraît singulièrement admissible que les modifications acceptées par une tribu durent parfois, souvent même, être à peu près de la même nature que les modifications acceptées par la tribu voisine. Plus les groupes se trouvaient distants, plus ils devaient être différenciés; en un mot, par exemple, entre le groupe ouest et le groupe nord, il devait y avoir plus de diversité qu'entre le même groupe ouest et le groupe nord-ouest. De nos jours il est loisible de constater dans les patois cette sorte de sériation. Nous n'avons pas à rechercher les causes qui déterminèrent la direction générale planant sur un ensemble de tribus voisines; peut-être nous resteront-elles à jamais inconnues; mais ce que nous pouvons admettre très aisément, c'est que ces groupements secondaires et intermédiaires dont il a été question ci-dessus, n'ont jamais eu d'existence réelle. La singulière divergence des auteurs qui prétendent les établir est déjà une première preuve négative. Ajoutons que si nous voulions pousser à l'extrême ce procédé de groupement linguistique, rien ne nous serait plus aisé que de reconstituer un idiome érano-celtique, helléno-slave, helléno-germanique, et ainsi de suite; il ne s'agirait que d'élargir quelque peu le domaine élastique de la fantaisie.

VI. En définitive, la conclusion à laquelle nous estimons être arrivé, peut être formulée de la façon suivante :

Les unités secondaires intermédiaires (sur lesquelles les auteurs autorisés ont des vues si différentes) ne sont nécessitées en aucune façon par le plus ou le moins de rapprochement des divers idiomes indo-européens. Si quelques-uns de ces idiomes possèdent avec tels ou tels de leurs congénères une apparence plus vive de fraternité, cela tient à ce qu'ils étaient, dans l'unité indo-européenne, plus rapprochés géographiquement des congénères en question.

M. le comte de CHASTEIGNER.

Présentation d'une lame de silex du bassin de la Creuse.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

M. le comte de Chasteigner montre une lame en silex du bassin de la Creuse. Cette lame, à forme lancéolée et assez grande, offre un caractère de taille assurément nouveau. Les éclats marginaux et médians sont enlevés par pression ; l'une des faces est plate, et le dos porte des retouches en spirale qui vont avec une régularité admirable d'un bord à l'autre.

Dr BERCHON,

Médecin principal de 1re classe de la marine.

Sur l'origine et le but du tatouage.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

M. le Dr E. Berchon, Médecin principal de 1re classe de la marine, directeur du service sanitaire de la Gironde, lit un Mémoire sur *l'origine et le but du tatouage*. C'est l'un des chapitres d'une étude aujourd'hui complète et que M. Berchon se propose de publier très prochainement, avec dessins, sur l'histoire générale de cette bizarre coutume. Il a déjà fait paraître ses Études médicales sur le même usage et sa publication intitulée : *Histoire médicale du tatouage; anatomie, physiologie, médecine légale, pathologie, applications chirurgicales*, a eu, de la part de l'Académie de médecine de Paris, les honneurs du prix Godard pour 1871. Son nouveau travail est trop étendu pour paraître dans les Actes du Congrès, car il comprend, en autant de chapitres, la philologie, l'histoire générale et l'histoire particulière du tatouage, c'est-à-dire la détermination de l'origine et du but des dessins tatoués: l'indication de l'âge auquel ils sont appliqués; des personnes qui font office de tatouer; du siége, des formes générales et de la coloration des empreintes; du mode opératoire dans toutes ses particularités : instruments, matières colorantes, cérémonies préalables, opération en elle-même, prescriptions spéciales, etc., etc.

Cette étude renferme une immense quantité de faits nouveaux et de documents ou de citations recueillis patiemment depuis près de vingt années. L'auteur espère avoir presque épuisé le sujet et s'est borné à donner au Congrès une idée générale de ses recherches en exposant et discutant devant lui chaque texte relatif à la question des origines et du but de l'incrustation des images tatouées dans l'épaisseur des tissus cutanés chez l'homme.

C'était une question ardue, pleine de controverses et de contradictions, d'après les auteurs qui s'étaient accidentellement occupés du même sujet, et M. Berchon croit être arrivé à prouver que le tatouage, comme presque toutes les coutumes de l'humanité, a eu sa période fabuleuse et même préhistorique; que les marques qui le constituent, nées sans doute d'un accident, ont été utilisées de mille manières à tous les âges de la vie de l'homme sur la terre; qu'on y a eu souvent recours, dans les temps les plus reculés de l'histoire, et même jusqu'à

nos jours, comme signes d'initiations religieuses, mais qu'elles étaient également et concurremment employées comme signes d'esclavage, d'enrôlement, de distinctions sociales, etc., etc., plus rarement à titre de caractères distinctifs de tribu ou de caste, ce qui a surtout été remarqué pour la race noire et celle d'Australie.

Les tatouages océaniens occupent une large place dans le Mémoire de M. Berchon, et les dessins qui ont été soumis, par l'auteur, au Congrès, ont été pris d'après nature aux îles Marquises et à Tahiti, à l'exception d'une planche représentant les tatouages des Pictes et empruntée à un vieil ouvrage anglais.

M. P. BROCA,

Professeur à la Faculté de médecine de Paris.

Sur l'angle de Daubenton en anthropologie.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

M. Broca communique les résultats de ses recherches sur l'angle de Daubenton chez l'homme et les singes supérieurs.

L'*angle occipital de Daubenton* est l'angle compris entre le plan du trou occipital et le plan qui passe d'une part sur le milieu du bord postérieur de ce trou, d'une autre part sur le bord inférieur des deux orbites. Ce dernier plan constitue le *plan fixe de Daubenton*.

Pour étudier l'angle occipital, Daubenton dessinait le profil du crâne d'un animal, puis il traçait sur ce dessin deux lignes représentant plus ou moins la direction des deux plans en question, et mesurait ensuite l'angle à l'aide du rapporteur.

Ce procédé n'était nullement rigoureux, car il était subordonné d'abord à l'exactitude du dessin; en outre, le trou occipital étant toujours plus ou moins masqué, sur les vues du profil, par la saillie des parties latérales, il fallait chercher approximativement les deux lignes occipitales. On ne pouvait apprécier ainsi que des différences très prononcées, mais non des différences légères. Daubenton fut donc conduit à croire que l'angle occipital était à peu près invariable dans la même espèce.

Malgré l'imperfection de son procédé, Daubenton découvrit un fait d'une haute importance, savoir : que l'angle occipital constitue un caractère de l'attitude plus ou moins bipède, plus ou moins quadrupède des divers animaux, que cet angle est au minimum chez les vrais bipèdes, au maximum chez les vrais quadrupèdes, et qu'il

présente des degrés intermédiaires chez les animaux plus ou moins intermédiaires entre ces deux types extrêmes.

Cette proposition est exacte, sinon dans tous les détails, du moins d'une manière générale; et ce qui est à peu près exact encore, c'est que la différence entre le maximum et le minimum est d'environ un angle droit. Mais ne disposant pas d'un moyen de mensuration précis, Daubenton commit des erreurs partielles d'une certaine gravité.

Il annonça que l'angle occipital de l'homme est égal à 3°, c'est-à-dire à peu près nul; qu'il est de 37° chez les singes supérieurs (chimpanzés), qu'il atteint 47° chez les singes inférieurs (makis), 80°, chez les chiens, 90° chez le cheval et chez un grand nombre d'autres quadrupèdes vivipares, ainsi que chez les quadrupèdes ovipares (reptiles); qu'il présente, entre les singes supérieurs et les vrais quadrupèdes, des transitions graduelles depuis 37° jusqu'à 90°, mais que ces transitions font entièrement défaut entre l'homme et le chimpanzé; qu'il laisse, par conséquent, subsister entre l'homme et les animaux un vaste hiatus de 34°, représentant plus de la moitié de l'étendue des variations que l'on constate dans tout le reste de la série animale.

Depuis 1764, époque où Daubenton publia son Mémoire, ces assertions ont été acceptées sans contrôle par un grand nombre d'auteurs. On a répété partout que l'angle occipital constitue par excellence un caractère humain, et que si, sous les autres rapports, les caractères anatomiques des singes viennent avoisiner plus ou moins le type de l'homme, ici du moins la différence est profonde et la distance tellement vaste qu'elle est absolument infranchissable.

Si l'on a laissé écouler plus d'un siècle sans chercher à vérifier l'exactitude de cette proposition, c'est parce que le procédé suivi par Daubenton dans ses recherches était d'une exécution très lente et très difficile.

Pour obtenir des résultats plus prompts et surtout plus précis, M. Broca a fait construire un instrument qu'il nomme le *goniomètre occipital,* et qu'il a décrit dans un Mémoire communiqué il y a deux mois à la Société d'anthropologie de Paris. Il montre cet instrument, dont le maniement est très facile, et qui permet de mesurer en quelques secondes, avec une exactitude géométrique, l'*angle occipital de Daubenton* et deux autres angles qu'il appelle le *second angle occipital* et l'*angle basilaire*.

M. Broca a mesuré simultanément ces trois angles sur plusieurs centaines de crânes humains de toutes races et sur un grand nombre de singes anthropoïdes ou pithéciens. Mais il se borne aujourd'hui

à communiquer la partie de ses relevés qui concerne l'angle de Daubenton.

Des chiffres consignés sur son tableau découlent les propositions suivantes :

1° L'angle de Daubenton, loin d'être invariable chez l'homme, présente, au contraire, suivant les individus et suivant les races, des variations très étendues;

2° Ces variations subissent l'influence ethnique à un degré suffisant pour que l'angle de Daubenton puisse prendre place au nombre des caractères de race;

3° Le maximum que l'on constate sur les crânes humains *normaux* est bien supérieur au minimum que l'on constate chez les jeunes anthropoïdes, et est même un peu supérieur à celui des anthropoïdes *adultes;*

4° Toutefois, si, au lieu de considérer les individus, on considère les *moyennes* de chaque groupe, on trouve que la moyenne de l'angle de Daubenton, dans les races humaines les plus mal partagées sous ce rapport, reste encore notablement inférieure à la moyenne que donnent les singes les plus élevés;

5° Si donc l'angle de Daubenton n'a plus la valeur absolue qu'on lui a attribuée jusqu'ici, il conserve du moins toujours une sérieuse importance.

M. Broca développe successivement ces diverses propositions. Pour ce qui concerne les variations de l'angle de Daubenton chez l'homme, il fait d'abord remarquer que cet angle est tantôt positif, tantôt négatif. On croyait, jusqu'ici, qu'il était toujours positif, c'est-à-dire que le plan du trou occipital coupait toujours la face *au-dessous* des bords inférieurs des orbites. En choisissant ces bords pour déterminer son plan fixe, Daubenton croyait que le plan du trou occipital ne pouvait jamais s'élever au-dessus de cette limite, et c'était même pour cela qu'il l'avait choisie. Or, non seulement la ligne du trou occipital peut arriver jusqu'*au niveau* des bords orbitaires, ce qui donne un angle égal à zéro, mais encore elle peut monter *au-dessus,* et l'angle est alors *négatif.*

Les cas où l'angle de Daubenton est négatif sont loin d'être exceptionnels, car ils sont souvent assez nombreux dans une série pour rendre la moyenne elle-même négative. C'est ce qui a lieu dans beaucoup de races d'Europe.

M. Broca a vu plusieurs fois, chez des Européens, l'angle négatif atteindre — 13°, — 15° et même, une fois, — 16°. D'une autre part, chez certains Nègres, il s'est élevé à + 16°, à + 17°, et même à + 19° chez un Hottentot. La différence entre ces écarts extrêmes est de 35°.

Il est vrai que les crânes sur lesquels l'angle descend au-dessous de — 12°, sont atteints de la déformation plastique de Barnard Davis; il est permis de faire abstraction de ces cas anormaux, et l'écart se trouve ainsi réduit à 32°. Mais il y a loin de là à la fixité annoncée par Daubenton.

Considéré comme caractère de race, l'angle de Daubenton présente des variations très remarquables. La plus faible moyenne, celle des Basques espagnols, descend à — 1°52; la plus forte, celle des Nubiens d'Éléphantine s'élève à + 9°34.

Sur toutes les races d'Europe étudiées jusqu'ici, qu'elles soient anciennes ou modernes, la moyenne la plus forte est celle des Corses (+ 2°05). Dans le groupe araméen du tronc caucasique, groupe qui comprend les Kabyles, les Guanches, les Arabes et les Égyptiens, les moyennes oscillent entre + 3°05 chez les Kabyles, et + 5°95 chez les Arabes.

Toutes les races des types mongolique et éthiopique s'élèvent au-dessus de la plus forte moyenne des races caucasiques. Cette règle ne souffre jusqu'ici qu'une seule et unique exception, celle des Tasmaniens, dont la moyenne, + 2°58, est supérieure à celle des races d'Europe, mais inférieure à celle des caucasiens d'Afrique; exception bizarre et inexpliquée, et qui dépend peut-être en partie de la grande brièveté de la série tasmanienne, car cette série ne comprend que six crânes et n'est évidemment pas suffisante.

Les plus fortes moyennes sont celles des Nègres d'Afrique, et on ne peut se dispenser de considérer l'accroissement de l'angle de Daubenton comme un caractère d'infériorité lorsqu'on songe que ces moyennes sont supérieures aux *maxima* de plusieurs races blanches. On ne peut dire cependant que ce caractère donne une mesure exacte de la supériorité et de l'infériorité des races; car les Chinois se trouvent placés sur le tableau au-dessous des Esquimaux et des Hottentots, les Japonais et les Polynésiens au-dessous des Australiens, et les Hottentots enfin bien au-dessus des Nègres.

Au surplus, il n'est aucun caractère anthropologique qui se développe dans la série des races humaines avec une régularité parfaite, et qui puisse à lui seul servir de base à une classification.

Dans la première partie du tableau, relative aux races humaines, la valeur positive ou négative des angles est indiquée par les signes + et —. Dans la seconde partie, qui concerne les singes, ces notations auraient été superflues, parce que l'angle de Daubenton des singes est toujours positif.

Pour les trois genres supérieurs de la famille des anthropoïdes (chimpanzé, orang et gorille), on a pu établir la distinction des

sexes, qui est facile chez les animaux adultes. Cette distinction n'a été faite ni pour les gibbons, ni pour les trois genres de pithéciens qui figurent sur le tableau, parce que, chez ces animaux, les caractères sexuels du crâne sont beaucoup moins évidents et sont même souvent douteux.

L'angle de Daubenton est toujours plus petit chez les jeunes que chez les adultes de mêmes espèces. La différence est grande surtout dans le genre chimpanzé, ou l'on voit cet angle, sur un individu très jeune il est vrai, descendre à 5°, c'est-à-dire à 14° au-dessous du maximum humain. Sur un autre chimpanzé, dont la première dentition est complète, et dont la première molaire est déjà sortie de l'alvéole, l'angle est de 14°, et encore bien inférieur par conséquent au maximum de 19° observé chez l'homme.

Les singes adultes eux-mêmes peuvent descendre au-dessous de cette limite de 19°. Il y en a cinq exemples sur le tableau, savoir : un chimpanzé femelle, un orang femelle, un gibbon lar probablement femelle; un semnopithèque probablement mâle; et enfin un cynocéphale nègre, de sexe incertain. Chez ces cinq animaux, l'angle est compris entre 15° et 18°.

D'un autre côté, il y a sur le tableau des races humaines, dans la colonne des maxima, outre le Hottentot à 19°, deux Nègres à 17° 5 et à 17°; il faut y joindre un troisième Nègre à 16°; en tout quatre hommes, chez lesquels l'angle de Daubenton atteint ou dépasse 16°, et empiète par conséquent sur la limite inférieure des singes anthropoïdes adultes.

L'angle de Daubenton n'établit donc pas entre l'homme et les anthropoïdes une barrière infranchissable; mais si l'on compare les moyennes et si l'on élimine les jeunes singes, on verra que ce caractère conserve encore une valeur réelle.

A ce titre déjà il serait digne de l'attention des anthropologistes, mais si l'on songe, on outre, qu'il constitue un élément précieux de la description des races humaines, on reconnaîtra qu'il mérite d'occuper désormais une place importante dans les études crâniologiques.

ANGLE DE DAUBENTON. — *Races humaines.*

	Nombre.	Maxima.		Minima.		Moyenne.
Basques espagnols.....	58	+ 7,	+ 6	— 15,	— 13	— 1,52
Bas-Bretons	62	+ 8,	+ 7	— 13,	— 3	— 0,80
Slaves d'Autriche.....	11	+ 5,	+ 3	— 6,	— 5	— 0,64
Parisiens XIXe siècle.....	124	+ 8,	+ 8	— 13,	— 11	— 0,17
Mérovingiens.....	69	+ 11	+ 11	— 7,	— 7	+ 0,71
Parisiens XIIe siècle.....	79	+ 14	+ 10	— 9,	— 6	+ 1,46
Auvergnats.....	87	+ 5	+ 5	— 16,	— 15	+ 1,50

	Nombre.	Maxima.		Minima.		Moyenne.
Caverne de l'Homme-Mort.	13	+ 12,5;	+ 6	— 7,	— 2	+ 1,88
Corses	23	+ 7	+ 6,5	— 13,	— 3	+ 2,05
Tasmaniens	6	+ 9	+ 4	— 1,	0	+ 2,58
Kabyles	10	+ 11,5	+ 11	— 6,	— 3	+ 3,05
Égypte ancienne	111	+ 14	+ 13,5	— 9,	— 8	+ 3,98
Guanches	19	+ 13	+ 9	— 4,	0	+ 4,35
Arabes	17	+ 13	+ 12	— 5,	— 2	+ 5,95
Esquimaux	13	+ 12	+ 10	+ 3,	+ 3,5	+ 6,38
Hottentots	13	+ 19	+ 11	— 1,	0	+ 6,54
Chinois	19	+ 12	+ 12	— 1;	0	+ 6,79
Australiens	8	+ 10	+ 10	+ 3,5;	+ 4	+ 6,87
Javanais	29	+ 14	+ 14	+ 0;	+ 2	+ 7,22
Polynésiens	27	+ 13,5	+ 12,5	+ 1;	+ 3	+ 7,77
Nègres occidentaux	44	+ 17,5	+ 17	+ 3;	0	+ 8,47
Nubiens d'Éléphantine	22	+ 13	+ 13	+ 3;	+ 5	+ 9,34

ANTHROPOÏDES.

Chimpanzés.

		Chiffres individuels.	Moyennes.
Jeunes	1 très jeune	5	9°50
	1 jeune	14	
Adultes	2 femelles	16 et 31	23 50
	2 mâles	23 et 35	29 00
	Moyenne des 4.		26 25

Orangs.

Jeunes	1 très jeune	17	24 00
	3 jeunes	23, 23 et 26	
Adultes	4 femelles	16, 26, 27 et 28	24 25
	4 mâles	37, 38, 38 et 40	38 25
	Moyenne des 8		31 25

Gorilles.

Jeunes	1 très jeune	16	22 00
	2 jeunes	24 et 26	
Adultes	1 femelle	25	25
	3 mâles	31, 35 et 40	35 33
	Moyenne des 4		32 50

Gibbons.

2 Jeunes		22 et 23	22 50
9 Adultes		18, 32, 32, 33, 33, 33, 33, 35, 35.	31 55

Pithéciens.

3 Semnopithèques		15, 20, 24	19 66
3 Cercopithèques		21, 23, 23	22 33
Cynocéphales	1 jeune	11	11
	6 adultes	16, 24, 25, 25, 25, 28	23 83

Dr **PRUNIÈRES**,

de Marvejols.

Sur la Grotte de Saint-Pierre, dans la Lozère (Caverne de l'Homme-Mort).

(Séance du 12 Septembre 1872.)

MESSIEURS,

Nous étions inscrits, M. le professeur Broca et moi, pour une communication sur les troglodytes de la Lozère; mais à l'heure suprême où nous sommes arrivés, lorsque tant d'importantes communications sont encore annoncées, nous avons pensé que nous n'avions plus le temps même d'ébaucher l'histoire de la découverte de la *Caverne de l'Homme-Mort,* qui a donné, comme vous le dira dans un instant M. le professeur Broca, une des plus belles, peut-être même la plus belle collection de crânes préhistoriques que possède aujourd'hui la science.

Cette communication, trop importante pour ne pas être complète, est donc forcément renvoyée à plus tard, afin que nous puissions lui donner tous les développements qu'elle comporte.

Cependant, en présence du désir manifesté par plusieurs de nos collègues de voir les crânes des troglodytes de Saint-Pierre, dont on a plusieurs fois parlé dans cette enceinte, j'ai l'honneur de vous présenter quelques-uns de ces crânes, en indiquant rapidement le gisement qui me les a donnés.

Dans une précédente communication (1) j'ai eu l'honneur de vous dire, Messieurs, que la partie méridionale du département de la Lozère est formée de vastes plateaux calcaires appelés *Causses;* et que les Causses, dont la roche est la grande oolithe, sont limités au nord par le Lot et son affluent la Colagne, au sud par la Jonte, et qu'ils sont traversés par le Tarn.

Ces trois cours d'eau se dirigent, dans le département de la Lozère, à peu près parallèlement de l'est à l'ouest, séparant les uns des autres des Causses qui ne diffèrent que par les noms, et qui se continuent avec les Causses de même nature de l'Aveyron et du Gard, sans autre ligne de démarcation que la ligne fictive qui sert de frontière à ces départements.

(1) Essai d'une carte de la région des Dolmens dans le département de la Lozère. (Séance du 9 septembre.)

L'élévation des Causses au-dessus du niveau de la mer varie entre 900 et 1,100 mètres.

Le lit du Lot est à 650 mètres, celui du Tarn à 450, celui de la Jonte atteint à peine 400 mètres d'altitude.

Il résulte de là que les vallées dans lesquelles coulent ces rivières se présentent comme des gorges profondes et étroites, dont les parois à pic ont souvent de 500 à 600 mètres d'élévation verticale.

Les dislocations qui ont produit primitivement ces gorges profondes, ont encore ouvert sur leurs flancs de vastes grottes, dont celles de Nabrigas et de Meyrueis, dans la région dont j'ai à parler, ont été à peu près seules explorées jusqu'ici.

Les eaux qui ont produit dans ces gorges d'énormes déblaiements, ont laissé sur leurs flancs des roches déchiquetées dans tous les sens, qui offrent à la vue des aiguilles, des pics, des ponts naturels, affectant les formes les plus bizarres, et qui, vues de loin, donnent l'idée, ici, d'énormes animaux, là, de formes humaines, ailleurs, d'immenses ruines, de vieux châteaux avec leurs tours, leurs créneaux, leurs portes et fenêtres.

C'est au pied d'une de ces roches, au sommet de la vallée de la Jonte, à l'union des derniers plans du plateau et des pentes à pic de la gorge, à quelques kilomètres au-dessous de Nabrigas et sur le même plan, sur un sol couvert du sable le plus fin, que se trouvent et la caverne des troglodytes de Saint-Pierre et la *grotte de l'Homme-Mort*, qui leur servait de sépulture.

Les fouilles exécutées dans ces deux cavernes ont donné les mêmes silex, surtout ces grossières poteries plates qui n'existent pas dans nos dolmens lozériens, et prouvent par conséquent que ces deux grottes ont servi en même temps, à une époque très reculée, à la même population.

Les sources sont à peu près inconnues sur les Causses; aussi l'intérieur de ces deux cavernes est-il très sec. Le plancher est le roc recouvert par le sable très fin dont j'ai parlé, sable qui forme ailleurs des grès tendres que les paysans de ces contrées broient pour la préparation de leurs mortiers.

C'est au milieu de ce sable sec, qu'on égrène facilement avec les doigts, que j'ai trouvé les restes des troglodytes, et c'est là ce qui explique l'admirable conservation de leurs squelettes.

J'ai dit en commençant qu'il était trop tard pour essayer une description même abrégée de nos deux cavernes, de celle qui servait d'habitation aux vivants comme de celle qui recevait la dépouille des morts.

Je noterai toutefois, en passant, que les troglodytes de Saint-

Pierre tuaient beaucoup de lièvres, dont les os se retrouvent en quantité prodigieuse dans leurs cavernes; et je saisirai cette occasion de dire quelques mots sur une question depuis longtemps débattue, sur l'éclairage des cavernes.

Les habitants de nos Causses emploient, depuis les temps les plus reculés, un mode d'éclairage qui pourrait bien remonter aux époques préhistoriques. Chaque famille ne possède d'autres bougies ou chandelles qu'un ou deux cierges en cire jaune, qu'on fabrique annuellement dans chaque maison, qui sont bénis par l'Église et conservés religieusement dans un coffre et qu'on n'allume que quand le tonnerre gronde ou pour éclairer les derniers moments du chrétien qui va quitter la vie.

L'éclairage usuel des cultivateurs les plus pauvres, comme celui des plus riches paysans, est celui qu'on produit avec la « tézo » (1), c'est-à-dire avec des buchettes enlevées aux troncs des pins sylvestres les plus vieux et qu'on fait brûler sur une pierre ou qui sont portés à la main en guise de bougie dans toutes les parties de la maison.

Trois fouilles principales ont été exécutées dans la *caverne de l'Homme-Mort,* qui renfermait une cinquantaine de squelettes dont j'ai emporté les os, mais je n'ai pu recueillir qu'une vingtaine de crânes complets ou presque complets, les autres ayant été roulés dans le ravin voisin par l'homme qui découvrit la caverne, brisés par les bergers et entraînés par les pluies d'orage dans les eaux de la Jonte.

Quand je me rendis à Saint-Pierre pour la première fois, on n'avait fouillé que dans le premier tiers de la caverne, où on avait trouvé des squelettes dont les os étaient, me dit-on, dans leur situation naturelle, et entre lesquels étaient plusieurs débris de ces grands plats dont je parlerai plus loin.

Les os longs, les petits os, etc., et une partie du sable qui les entourait, avaient été rejetés au-devant de la caverne.

Une belle pointe de lance, que j'ai l'honneur de présenter ici, fut trouvée dans ce sable. De plus, divers objets que j'ai envoyés à Paris, à M. le professeur Broca, pour être soumis à l'examen de la Société d'anthropologie, furent recueillis à l'entrée de la grotte, sur toute la partie de la sépulture où on aurait trouvé des squelettes entiers.

Les paysans de ces contrées sont d'ailleurs assez compétents pour reconnaître que les os d'un squelette sont dans leur position naturelle, car les enterrements s'y font par des procécés qui diffèrent peut-être très peu de ceux de certaines époques préhistoriques. Comme

(1) M. Prunières présente à la Section quelques buchettes de tézo prises sur les Causses. Cette substance, allumée séance tenante, brûle avec la plus grande facilité, en répandant une assez grande lumière et une odeur résineuse très prononcée.

le chef-lieu de la paroisse n'a quelquefois d'autres maisons — ainsi à Saint-Pierre — que l'église, le presbytère et la maison du vicaire, il n'y a pas de fossoyeur. Quand quelqu'un vient à mourir, ses voisins, ses amis se réunissent pour porter, des hameaux les plus éloignés au cimetière, les dépouilles du défunt, creuser et refermer sa tombe.

D'où il résulte, que presque tous les hommes de la contrée ont vu des squelettes dont les os étaient dans leur position naturelle.

La tombe refermée, les porteurs, les fossoyeurs improvisés, fatigués par une grande demi-journée et quelquefois par une journée entière d'occupations pénibles, font un grand dîner aux frais du défunt, dont ils ont, le vin aidant, plus d'une fois perdu le souvenir. avant de se séparer.

Quand j'eus recueilli les divers objets d'industrie qui se trouvaient sur la partie plus ou moins fouillée et bouleversée, j'explorai le second tiers de la caverne, et là, je ne trouvai point les squelettes en place, mais des os dans le plus grand désordre, sans aucun rapport naturel, et qui appartenaient évidemment à des sépultures plus anciennes que celles de l'entrée. Neuf crânes furent trouvés à côté l'un de l'autre, reposant sur leur base, à la limite du sable ossifère. Les mâchoires inférieures étaient disséminées un peu partout.

Cette fouille eut lieu dans les derniers jours de juin 1870 : la grotte était ouverte depuis trois ou quatre ans au moins.

C'est au commencement d'avril de cette année qu'a été faite la troisième fouille de la *caverne de l'Homme-Mort*.

Sous la haute direction de M. le professeur Broca, qui, à la vue des divers objets que j'avais eu l'honneur de lui adresser, avait bien voulu faire le voyage de la Lozère et une visite à Saint-Pierre, les foyers de l'entrée de la grotte furent surtout étudiés; et c'est, en place, sur ces foyers, reposant sur une couche très épaisse de charbon, dont ils portent encore la couleur sur leur face inférieure, que furent trouvés plusieurs de ces vases plats analogues à ceux dont on avait vu les débris auprès des squelettes entiers de l'entrée de la caverne. J'ai l'honneur d'exposer ici un de ces vases, qui est assez incomplet, mais cependant suffisant pour laisser juger de l'épaisseur exceptionnelle, du peu de cohésion et de la forme toute spéciale que présentent ces grandes et singulières poteries.

Quelques autres fragments de la poterie la plus grossière et divers silex furent aussi trouvés dans ces foyers, dans l'un desquels étaient un radius et un scaphoïde d'un pied de femme à moitié carbonisés. Des poinçons en os et un seul grain de collier, fait d'un fragment de stalactite percé d'un trou furent recueillis dans la caverne, qui se distingue encore par là de tous les dolmens environnants, dans les-

quels les grains de collier de toute sorte sont généralement très nombreux.

Deux figures, sur le tableau, feront bien plus rapidement comprendre la disposition de la caverne et des foyers de l'entrée, que je ne pourrais le faire verbalement, vu le peu de temps qui me reste, car j'ai hâte de céder la parole à notre illustre Président, qui veut bien nous exposer le résumé de son étude des crânes de la caverne de l'*Homme-Mort*, en nous montrant les caractères qui les rapprochent et ceux qui les distinguent des crânes de Cro-Magnon.

Je n'ajoute plus qu'un mot :

Pendant notre séjour à Saint-Pierre, M. le professeur Broca a mesuré la tête de plusieurs habitants de cette commune, et il a constaté que la population actuelle est extrêmement brachycéphale. tandis que les crânes de l'antique population, qui a déposé ses dépouilles dans la grotte de l'*Homme-Mort,* présentent une dolichocéphalie supérieure à celle de toutes les races actuellement existantes en France, dont ils diffèrent d'ailleurs par la plupart de leurs autres caractères.

Un crâne ancien que j'ai remis à M. Broca, et qui avait été extrait, avec une urne entière donnée au musée de Meuse, d'un tumulus situé à peu de distance de la caverne de l'*Homme-Mort,* prouve encore que cette contrée avait, à l'époque gauloise, des hommes d'une race toute différente de ceux de notre caverne funéraire.

Note supplémentaire sur la caverne de l'Homme-Mort.

Des difficultés de toute sorte, que j'éprouvai pour fouiller un dolmen appartenant à une famille de paysans superstitieux, furent la cause première de la découverte de la caverne de l'Homme-Mort.

Il y a quatre ans, je suivais un sentier isolé pour aller visiter un malade à la campagne, lorsque j'aperçus dans un champ ensemencé, au milieu d'un de ces tas de pierres que font nos cultivateurs en épierrant leurs champs, l'extrémité d'une grande dalle dressée verticalement. Je pensai qu'il pouvait y avoir là un dolmen, et j'allai visiter les choses de près. Un déblaiement superficiel me prouva que je ne m'étais point trompé : je venais de découvrir un dolmen d'une grande beauté, et un simple coup d'œil me fit juger que ce dolmen était vierge de toute exploration.

Quelques jours après, je savais que le champ qui renfermait ce dolmen appartenait à un cultivateur dont j'avais précédemment soigné le fils d'un grave coup de feu reçu dans la région des reins.

Je vis cet homme et l'interrogeai sur l'origine et la date du vaste tas de pierres qu'on voyait au milieu de son champ. Le paysan connaissait l'existence du monument qui était sous ces pierres, et il m'apprit que ce monument portait, par tradition dans sa famille, le nom de « la cave des Fées ».

Je lui demandai la permission de faire des fouilles dans la cave des Fées. Le paysan hésita quelques instants et finit par m'accorder l'autorisation demandée.

La récolte qui couvrait le champ et mes nombreuses occupations ne me permirent pas d'exécuter immédiatement cette fouille, et la reconnaissance des malades guéris pour leur médecin est généralement de courte durée.

Quand je me rendis à la cave des Fées avec des manœuvres, le propriétaire, averti de ma présence, survint tout à coup, accompagné de ses enfants, des gaillards d'une trentaine d'années, et de sa femme, et m'intima l'ordre de me retirer. Ces braves gens étaient persuadés que des fées bienfaisantes avaient dû cacher là un trésor, ou encore que leur monument recouvrait une source intarissable, ce qui est de même un trésor pour des terres sans eau.

On voulait bien me faire l'honneur de croire que je n'emporterais pas le trésor, mais mon intervention pouvait au moins faire tarir la source mystérieuse.

J'essayai vainement de détruire les illusions de ces naïfs campagnards. Je n'obtins qu'une chose, après de longs pourparlers, c'est qu'on ne toucherait pas encore de quelques jours à la cave des Fées, et qu'on n'y ferait aucune fouille sans me prévenir.

Je profitai de ce répit pour m'enquérir des personnes qui pourraient avoir quelque influence sur le propriétaire de la cave des Fées, et j'appris que cet homme était l'oncle d'un jeune ecclésiastique très intelligent à qui j'avais aussi donné des soins.

J'écrivis à ce prêtre, vicaire dans une paroisse des environs, lui exposant ce qui se passait et lui demandant son concours pour obtenir de son oncle la permission pour moi de fouiller la cave des Fées, qui n'était qu'un tombeau ne refermant ni source ni trésor. Ma demande eut le résultat désiré. Le paysan, qui ne voulait d'abord me laisser fouiller qu'après lui, consentit à me laisser diriger les fouilles, mais à condition que son neveu le prêtre, lui-même, sa femme et ses enfants seraient là pour me surveiller et pour voir tout ce que je recueillerais. Un jour m'était fixé pour cette fouille.

Au jour fixé, les fouilles furent commencées dès le matin. Après trois heures de déblaiements préparatoires, je commençai à recueillir des os humains, dont plusieurs mâchoires avec leurs dents, des os de

lièvre, des tessons de poterie, etc., que j'empaquetai avec soin. Quelques instants après, mes surveillants étaient presque tous enfuis. Je ne sais si ces os humains leur firent peur, mais ce qui est certain, c'est qu'ils m'avaient pris en profonde pitié, et je ne sais pas trop s'ils ne me crurent pas un peu fou.

Bientôt, je fus seul avec M. l'abbé P.,., le jeune prêtre qui m'avait obtenu la permission de fouiller la cave des Fées, et qui prenait le plus vif intérêt à mes recherches. Tout en causant sur les débris que je recueillais, M. l'abbé P... s'étonna de me voir recueillir précieusement des os presque pourris, et il finit par me dire : « Si ce sont des os humains » que vous cherchez, il me semble qu'il serait très facile d'en trouver » ailleurs, de bien plus beaux. » Je répondis que, pour les os anciens, c'était au contraire très difficile, et mon compagnon me dit alors que, dans la paroisse de Saint-Pierre-des-Tripiers, où il était précédemment vicaire, j'aurais pu ramasser, admirablement conservés, autant d'os humains que je l'aurais voulu.

J'interrogeai le jeune prêtre avec un intérêt facile à comprendre, et j'appris que les os dont il me parlait avaient été trouvés dans une caverne pleine du sable le plus sec, qu'on avait vidé une partie de cette caverne, au point qu'il pouvait aller s'y abriter pour lire son bréviaire. M. P... ne savait pas si la caverne renfermait alors encore beaucoup d'os; mais il se rappelait d'avoir souvent, avec le pied, découvert, dans le sable, des moitiés de mâchoires inférieures ayant toutes leurs dents. Il ignorait si depuis son départ de Saint-Pierre la caverne n'aurait pas été complètement déblayée, mais il pensait que son ancien curé, qui était toujours au même poste, pourrait me renseigner à ce sujet.

Le soir même, j'écrivais à cet honorable ecclésiastique, que je n'avais pas l'honneur de connaître, le priant : 1° de me dire si la caverne dont m'avait parlé son ancien vicaire renfermait encore du sable et des os; 2° de vouloir bien faire recueillir précieusement pour moi tous les os qu'on en avait précédemment extraits.

M. le curé de Saint-Pierre me répondit que les os primitivement extraits étaient perdus, mais qu'il avait fait une fouille dans la caverne avec son vicaire, et qu'il y avait trouvé de nombreux os humains avec quelques crânes qu'il tenait à ma disposition.

Quelques jours après j'étais à Saint-Pierre, et je trouvais chez le vénérable curé de cette paroisse, M. de Pastorel de Bastugnes, l'hospitalité la plus cordiale et le concours le plus actif. Par les soins de cet excellent ecclésiastique, le propriétaire de la caverne vint m'aider dans mes recherches, et me donner quelques explications.

D'après les dires de cet homme, une sorte de mur en pierres sèches

fermait primitivement l'entrée de la caverne; j'acceptai d'autant plus facilement cette explication que la roche caverneuse des environs ne peut guère donner de grandes dalles.

C'est pour utiliser les pierres de ce mur, que la caverne fut d'abord ouverte, et ce fut ensuite pour utiliser la caverne elle-même, à l'instar de la grande caverne qui est au-dessus, où on remise souvent tout un troupeau, que le paysan commença à retirer le sable qui l'encombrait. Mais bientôt cet homme trouva des ossements humains. Des squelettes entiers auraient été trouvés à l'entrée de la grotte, ayant tous leurs os dans leur position naturelle. Trois squelettes auraient peut-être occupé tout le passage : un à gauche, un au milieu, le troisième contre la paroi de droite. Le paysan n'était toutefois pas bien sûr de l'existence de ces deux premiers squelettes. Il certifiait, au contraire, la présence du troisième, et de la façon la plus absolue.

Les os de ces squelettes et le sable qui les entourait avaient été rejetés, par cet homme, sur la plate-forme qui est au-devant de la grotte, et les crânes roulés dans les ravins voisins, « afin, disait-il, qu'ils ne fissent pas peur à ses enfants. » Cependant, d'autres os humains avaient fait suite à ceux-là, et le paysan, effrayé lui-même, avait fini par renoncer à son entreprise.

Cet homme ajoutait que de sortes de grandes briques, réunies par de la chaux blanche, séparaient de ses voisins le squelette de la droite. Je recueillis quelques morceaux de cette matière blanche, et aussi quelques fragments de ces prétendues briques, qui portaient un bord épais assez semblable à celui des briques de l'époque romaine, et dont je ne devais connaître la vraie nature qu'à la troisième fouille, quand furent découverts les foyers de l'entrée. Divers fragments de poteries ronds furent aussi trouvés à l'entrée de la caverne.

Les morceaux de matière blanche qu'on donnait comme du mortier, furent envoyés à Paris à M. le professeur Broca, qui les a fait examiner au laboratoire de M. Würtz à la Faculté de médecine, et l'analyse chimique a établi, comme le démontrait d'ailleurs la surface extérieure de ces petites masses plus ou moins convexes, que cette matière n'avait jamais pu rien réunir. Cette matière très légère, très poreuse, très blanche à la cassure, plus friable que le blanc d'Espagne, se réduit, sous la pression des doigts, en parcelles d'une consistance comme savonneuse. L'analyse chimique n'y a trouvé que du carbonate de chaux presque pur et une quantité inappréciable de phosphore sans la moindre trace de silice. M. le professeur Broca ne serait pas éloigné de voir, dans cette substance, des débris de cerveaux momifiés, analogues à ceux qu'il a trouvés jadis dans les crânes mérovingiens de Chelles.

C'est dans le sable extrait de l'entrée de la caverne et rejeté sur la plate-forme, que fut trouvée la belle pointe de lance que j'ai eu l'honneur de présenter au Congrès de Bordeaux. Cette pointe de lance a été fabriquée aux dépens d'une hache polie, une partie de la surface polie de la hache s'apercevant encore sur l'une des faces de l'arme nouvelle.

Dans le sable qui restait encore à l'entrée de la caverne, sur la partie que le paysan avait commencé de vider, je recueillis deux très beaux poinçons en os (présentés à Bordeaux) et un beau râcloir en silex, semblable à un de ceux qui furent trouvés plus tard dans les foyers.

J'explorai le deuxième tiers de la caverne, et je me convainquis rapidement qu'il y avait encore là d'immenses quantités d'os humains.

J'avais fait péniblement ce voyage de Saint-Pierre, avec l'intention de fouiller *à fond* la caverne de l'Homme-Mort, et ce que j'avais appris sur place, tout ce que je voyais, m'en donnait le plus ardent désir. Mais c'était à l'époque de l'année où les travaux agricoles occupent tous les bras dans cette solitude. M. le curé de Saint-Pierre et son vicaire, qui auraient voulu me donner leur concours le plus dévoué, avaient des visites; je n'avais, pour m'aider effectivement, que le propriétaire de la grotte; j'étais sans caisses d'emballage, dans une contrée qui n'a pas de charpentiers, et je devais déposer dans les corbeilles à linge de M. le curé de Saint-Pierre, les os que je retirais du sable. Je ne savais comment emporter, de ces contrées sans roulage et sans chemin, mes trouvailles que je dus déposer provisoirement au presbytère.

En présence de toutes ces difficultés, j'explorai cependant avec le plus grand soin tout le sable ossifère de la grotte, pour voir si je ne trouverais pas quelque squelette entier; mais toutes mes recherches à ce sujet furent inutiles : tous les os étaient là dans le plus grand désordre, et il était clair qu'on les y avait entassés après la destruction complète des parties molles, pour faire place à de nouveaux ensevelissements. De nombreux spécimens de tous les os longs, et tous les crânes que je pus découvrir furent recueillis avec le plus grand soin. Neuf de ces crânes furent trouvés, rangés sur une ligne droite, et reposant sur leur base, à la fin du sable ossifère, à l'union du deuxième tiers de la caverne avec le troisième. Les mâchoires inférieures étaient disséminées un peu partout, et en bien plus grand nombre que les crânes.

Je ne trouvai ni silex ni tessons de poterie dans cette partie de la sépulture.

Quand je me fus convaincu que mes recherches pour trouver un

squelette entier et en place étaient vaines, je priai M. le Curé de Saint-Pierre de vouloir bien faire recueillir en mon absence tous les os qu'on apercevait sur le sable et autour de la grotte, et je repartis pour Marvejols avec le désir le plus ardent et l'espoir que je croyais fondé, de revenir bientôt à Saint-Pierre dans de meilleures conditions.

Je quittai Saint-Pierre le 30 juin 1870. Quelques jours après la guerre éclatait, et au milieu des émotions de ce douloureux automne de 1870, il ne me fut plus possible de songer à aller à Saint-Pierre-des-Tripiers, c'est-à-dire dans une solitude où les lettres de Marvejols n'arrivent qu'au bout de trois jours, et dont les habitants ne connaissent guère mieux le télégraphe électrique que les hommes dont les dépouilles reposaient dans la grotte de l'Homme-Mort. Une longue et grave maladie devait encore retarder pour longtemps mon deuxième voyage à Saint-Pierre-des-Tripiers.

La troisième fouille de la caverne de l'Homme-Mort a eu lieu pendant les vacances de Pâques, dans les premiers jours d'avril 1872.

A la fin de 1871, dès que la Société d'anthropologie de Paris eut repris le cours de ses travaux, j'adressai à son secrétaire général, M. Broca, pour les soumettre à l'examen de la savante Société, le produit de mes premières fouilles dans la grotte de l'Homme-Mort. A la vue de ces crânes si merveilleusement conservés, de leur grande dolichocéphalie et des autres caractères qui les distinguent de ceux de toutes les races actuelles, pour les rapprocher des célèbres crânes de Cro-Magnon, l'éminent professeur voulut bien faire le voyage de Marvejols et nous nous rendîmes ensemble à Saint-Pierre-des-Tripiers.

Quand nous arrivâmes à la grotte de l'Homme-Mort, des masses d'os humains gisaient sur le sable devant la grotte, autour du rocher et sur le talus jusqu'au bord du ravin. Tous ceux qui étaient tombés dans ce ravin avaient été emportés par les eaux, et au moment du départ je recueillis encore un très bel humérus à plus de 300 mètres du point de départ. Tous ces os avaient été blanchis par la pluie, la rosée et la neige.

Cette fois, j'avais pu prendre mes précautions : tous les os furent recueillis avec soin dans deux grandes caisses que M. le Curé de Saint-Pierre avait bien voulu faire confectionner pour moi, et emportés à Marvejols.

Nous ne trouvâmes plus rien d'intéressant, si ce n'est quelques rares os, dans l'intérieur de la caverne tant de fois bouleversée depuis la première fouille, et nous dûmes porter nos investigations ailleurs.

La caverne de l'Homme-Mort est précédée d'une plate-forme de 10 mètres de longueur sur 3 mètres de largeur. Cette plate-forme, abritée sous roche et recouverte par le sable extrait successivement de la caverne, n'avait jamais été fouillée.

Sous la haute direction de M. le professeur Broca, la plate-forme fut fouillée avec le plus grand soin. La couche non remaniée avait, sous le sable meuble, une épaisseur d'une quarantaine de centimètres et était composée de cendres de charbon, d'os brisés comme les débris de cuisine. Parmi ces os, ceux de lièvre étaient de beaucoup les plus nombreux.

Sept foyers intacts, formés de charbon presque pur, étaient disséminés sur cette plate-forme, quatre à droite et trois à gauche de l'entrée de la caverne.

Des pierres plantées séparaient ces foyers les uns des autres. Sur chaque foyer était encore en place un grand plat entier, mais tombant en poussière, identique à ces grossières poteries dont on avait trouvé les débris à l'entrée de la caverne, et qui m'avaient été présentées comme des briques. Dans un foyer unique il y avait deux plats chevauchant l'un sur l'autre par leur bord mince. Un seul de ces plats a pu être recueilli à peu près en entier, et j'en ai présenté les fragments et montré la forme aux membres du Congrès de Bordeaux.

Ces singulières poteries paraissent formées non d'argile, mais de terre ordinaire mêlée de grains de quartz; on dirait qu'on les avait placées, non à l'état de poterie, mais seulement à l'état de pâte molle sur les brasiers où nous les avons trouvées, car elles sont seulement cuites dans la moitié inférieure de leur épaisseur, dans la partie qui reposait sur le charbon et qui est devenue noire; la surface supérieure jusqu'au milieu de l'épaisseur de la poterie est d'une couleur rougeâtre.

Cette cuisson incomplète fait que ces plats s'effritent avec la plus grande facilité, et qu'au lieu de se durcir à l'air comme les fragments de poterie qu'on extrait très ramollis des dolmens, elles sont aussi friables aujourd'hui que le jour où nous les trouvâmes sur les anciens foyers; on dirait de la terre simplement durcie. Toutefois le gros bord est mieux cuit.

Leur forme paraît plus ou moins carrée ou rectangulaire, et leurs dimensions indiquent bien près de 30 centimètres de longueur sur 25 de largeur. Leur surface, au lieu d'être plane, est plus ou moins bosselée, convexe sur certains points et concave sur d'autres. Elles ont, sur un des longs côtés, un bord qui se rapproche assez, comme je l'ai dit précédemment, de celui des briques dites *à rebord* de l'époque gallo-romaine. Leur épaisseur n'a rien de régulier; au niveau du bord que je viens de mentionner, cette épaisseur est de 35 millimètres en moyenne. Sur le bord opposé l'épaisseur n'est plus que de 10 à 12 millimètres; entre ces deux bords l'épaisseur est variable. Leurs faces planes sont recouvertes de toutes petites stries analogues

à celles qu'on produirait avec un *bouchon* d'herbes sèches sur l'argile molle.

La dernière fouille faite à la caverne de l'Homme-Mort mit encore au jour, à droite et à gauche de l'entrée, des assises de grandes pierres que M. Broca fit nettoyer avec le plus grand soin. Ces assises, qui semblent avoir servi de support à une grande clôture fermant primitivement l'entrée de la caverne, étaient entourées d'une épaisse couche de terre qui n'avait jamais été remaniée. Quelques mousses et quelques racines de bois avaient poussé entre ces pierres et la roche de la caverne.

Dans un foyer, sous le plat, dans le charbon, je trouvai un fragment, la pointe d'un gros couteau de silex, et un scaphoïde à moitié carbonisé, que M. Broca, présent, déclara appartenir à un pied de femme; dans un autre foyer était un radius d'adolescent encore carbonisé; dans un troisième un beau râcloir en silex.

Sur le sable qu'on avait rejeté de la caverne je recueillis encore des poinçons en os et un râcloir en silex analogue à celui qui fut trouvé dans un des foyers et à ceux que j'avais trouvés précédemment.

A l'exception de la pointe de dard tirée d'un fragment de hache polie, tous les silex recueillis sont seulement taillés.

A la suite des nombreuses et diverses observations faites dans cette dernière fouille, présidée par un maître aussi compétent que M. le professeur Broca, en présence des silex et des plats *identiques* des foyers et de l'entrée de la caverne, il nous parut démontré, sans qu'on puisse en douter un seul instant, que les sépultures, avec *squelettes entiers*, de l'entrée de la caverne funéraire étaient de la même époque, et *probablement du même jour que les foyers*.

Mais les hommes ensevelis à l'entrée de la grotte sont-ils de la même race, de la même tribu, de la même famille, que ceux dont je recueillis les débris entassés au fond? ou bien y aurait-il eu, à l'entrée, des sépultures secondaires, les sépultures d'une race nouvelle, par exemple de la race des hommes des dolmens arrivant dans le pays?

Comme les sépultures de l'entrée ont été brutalement brisées avant toute exploration scientifique et que les crânes sont perdus, on ne peut évidemment savoir si ces crânes étaient de la même race que ceux du fond de la caverne.

Quoi qu'il en soit, il est cependant bien certain que les débris du fond de la grotte appartiennent à des sépultures plus anciennes que celles de l'entrée. Les os, placés ici sans aucun rapport naturel, les crânes déposés au fond les uns à côté des autres, les os humains carbonisés et trouvés dans les foyers, prouvent surabondamment

qu'il n'y avait plus aucun ligament naturel dans les squelettes antérieurs, quand furent faites les sépultures de l'entrée. Tous les os étaient évidemment aussi indépendants les uns des autres quand ces derniers foyers furent allumés que quand je les ai recueillis pour les classer dans mes caisses.

Il pourrait donc se faire que les sépultures de l'entrée, *qui sont archéologiquement aussi anciennes que nos plus anciens dolmens,* fussent relativement récentes, en comparaison de celles dont les débris avaient été, à un moment donné, entassés plus loin dans le deuxième tiers de la grotte.

Je n'ai pas trouvé, dans cette deuxième partie de la caverne funéraire, des objets caractérisant l'époque des crânes que j'y recueillais, mais en eussé-je trouvé, ou en trouvât-on encore aujourd'hui après tant de remaniements, d'analogues à ceux de l'entrée, cela ne prouverait peut-être rien, le mélange ayant pu se faire quand on disposa les dernières sépultures et qu'on entassa pour cela au fond tous les os des sépultures antérieures.

J'ai dit que nous ignorions les caractères anthropologiques des crânes de l'entrée de la grotte, c'est-à-dire les signes qui auraient pu nous apprendre s'il s'agissait de la même race pour *tous* les individus ensevelis dans la caverne de l'Homme-Mort, ou si deux races différentes y ont trouvé leur sépulture successivement.

Mais ce que nous savons bien, c'est que les vingt crânes que j'ai recueillis au fond ont un type qui les rapproche de ceux de Cro-Magnon, et qu'ils diffèrent beaucoup de ceux des hommes de nos dolmens, dont j'ai de nombreux spécimens dans mes collections.

Tous les os trouvés dans la caverne de l'Homme-Mort étaient admirablement conservés, si bien conservés que j'ai pu recueillir, pour mes études *anatomiques*, des os qu'on prépare difficilement intacts dans les amphithéâtres, des vomers, des cornets, et encore des cartilages thyroïdes ossifiés d'une conservation parfaite.

Les os divers recueillis dans la grotte, sur le sable extrait, dans le ravin et autour du rocher, prouvent que cet ossuaire avait renfermé au moins une cinquantaine de cadavres d'hommes, de femmes et d'enfants : certaines mâchoires inférieures de jeunes enfants n'ont encore que dix dents. Le nombre des crânes perdus est donc très considérable.

Discussion.

M. LE COMTE DE CHASTEIGNER fait remarquer que les poteries présentées par M. le Dr Prunières n'ont rien de bien caractéristique et ne peuvent pas servir à établir l'âge, soit des foyers, soit de la

caverne sépulcrale. On a insisté sur la forme plate et sur le rebord, mais ces particularités se retrouvent sur des spécimens qu'il possède et qui proviennent de tumuli de Touraine. Les poteries doivent si peu servir de base à des conclusions chronologiques, que, de nos jours, dans les Hautes-Pyrénées, on fabrique dans chaque famille des vases qui n'étaient pas tournés il y a quelques années, et dont l'apparence, la grossièreté, etc., sont identiques à celles des gisements de l'âge de la pierre. Dans ces mêmes régions se retrouvent maints usages, maintes industries que l'on peut appeler primitives, et qui n'ont pas changé depuis la plus haute antiquité; ainsi, les quenouilles sculptées avec un goût très pittoresque, suivant des dessins géométriques tout à fait préhistoriques. En hiver, les granges sont habitées, et l'éclairage est le même que celui que M. le Dr Prunières a signalé pour la Lozère.

M. E. Trutat ne pense pas non plus qu'il soit possible de diagnostiquer une époque par le moyen des poteries, et il cite des exemples.

M. P. Broca n'a rien à répondre aux faits que vient de mentionner M. le comte de Chasteigner; il n'a pas vu les poteries des gisements étudiés par cet honorable collègue, et il admet, par conséquent, qu'elles peuvent être semblables à celles de la caverne de l'Homme-Mort. Mais il a étudié les poteries des dolmens du Nord de la France, et il n'en connaît aucune qui ressemble aux grandes et épaisses plaques à rebord de la caverne de l'Homme-Mort. Celles-ci lui ont paru toutes spéciales, tandis qu'il a vu, chez M. Prunières, dans sa riche collection d'objets provenant des dolmens de la Lozère, des poteries en tout semblables à celles des dolmens du Nord. A côté de ces poteries, il y en a d'autres plus soignées et qui dénotent un art plus avancé et plus varié. C'est la même industrie et probablement la même race, mais avec un léger degré de civilisation de plus. Il est donc probable que les dolmens de la Lozère, ou du moins quelques-uns d'entre eux, datent d'une époque un peu plus récente que ceux du Nord de la France. Il y a, d'ailleurs, d'autres faits tendant à établir que la race des dolmens s'est répandue lentement, en marchant du Nord au Sud. L'existence du bronze et du verre dans les dolmens de la Lozère en donne une nouvelle preuve. Quant aux poteries de la caverne de l'Homme-Mort, elles n'ont absolument rien de commun avec celles des nombreux dolmens lozériens fouillés par M. Prunières. Si donc, comme cela paraît probable, les troglodytes de la Lozère ont été, pendant quelque temps, contemporains des cons-

tructeurs des dolmens de la même région, il faut admettre au moins que ces deux populations voisines étaient entièrement différentes.

Mme Clémence Royer exprime son regret de voir les historiens et les anthropologistes faisant toujours marcher les migrations dans un sens rectiligne. Si l'on se rendait mieux compte de l'état du sol, des difficultés topographiques, des obstacles dûs à la présence antérieure de groupes humains et de bien d'autres faits, on reconnaîtrait que les peuples ont dû traverser un continent en faisant des zigzags et des détours immenses.

M. E. Cartailhac appelle l'attention de la Section sur la pointe de flèche exhibée par M. le Dr Prunières; elle est complètement polie d'un côté, et l'examen de cette face ne permet pas de douter que ce dard ne soit un fragment utilisé d'une grande hache en pierre polie. Il pense que c'est un fait rarissime; on connaît, il a lui-même recueilli des pointes en silex polies plus ou moins, mais il ne connaît aucune pointe du centre ou du Midi de la France pareille à celle de la grotte de l'Homme-Mort.

M. le comte de Chasteignier, considérant que la fouille de cette caverne deviendra célèbre, surtout parce que M. le Dr Broca a été l'un des explorateurs et qu'il a décrit avec tout son talent une magnifique série d'ossements humains, demande encore une fois que rien ne soit affirmé sans preuves décisives. Il ne sait pas si cette sépulture est contemporaine des dolmens, plus ancienne ou plus récente; il ne voit pas qu'il y ait un rapport certain entre les foyers et la sépulture. Il cite le fait suivant : Avec M. E. Cartailhac, il a visité, en 1871, une petite grotte voisine de Montréjeau (Haute-Garonne). Cette grotte, en forme de couloir, a livré à M Piette, de Craonne, des squelettes humains disposés à l'entrée, en arrière d'un grand bloc. Avec ces squelettes étaient des silex taillés. Plus loin, vers le fond du couloir, était un foyer avec ossements de mouton, de chèvre, poterie fine et très certainement plus récent que la sépulture. Il faut, dans ces cas-là, se garder de conclure.

M. E. Cartailhac demande encore la parole pour insister dans le sens de ce scepticisme, non pas seulement à propos de la grotte de l'Homme-Mort, mais, en général, pour toutes les grottes qui ont livré des traces de la présence de l'homme. Celui qui étudiera sans parti pris l'histoire de la science préhistorique, devra reconnaître que les premiers explorateurs ont mal fouillé et ordinairement très mal conclu. Ils n'ont pas assez vu que, dans les cavernes, il y a souvent des vestiges d'époques bien différentes, de provenances très

diverses. Ainsi, on a mélangé le contenu de l'entrée et de l'intérieur, les ossements transportés par les eaux ou les animaux, et ceux que l'homme a laissés, les divers dépôts de l'âge de la pierre polie et de la pierre taillée. La faute n'est pas toujours aux explorateurs, mais à la science qui était peu formée, peu sûre encore. L'exemple le plus célèbre est celui d'Aurignac, dont le foyer quaternaire n'a rien à voir avec la sépulture néolithique. L'hypothèse du *foyer funéraire,* qui a là son point de départ, n'a pas été confirmée par les découvertes subséquentes, il faut ne pas l'oublier.

M. P. BROCA,

Professeur à la Faculté de médecine de Paris.

Sur les crânes et ossements de la caverne de l'Homme-Mort.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

Pour compléter la communication de M. Prunières sur la caverne de l'Homme-Mort, M. Broca présente à la Section quatre crânes provenant de cette sépulture et donne une description détaillée des caractères crâniologique et ostéologique des troglodytes de l'Homme-Mort, d'après les dix-neuf crânes et les nombreux os longs qui représentent cette population préhistorique. Nous ne donnerons ici qu'une courte analyse de ce travail, que l'auteur a publié dans sa *Revue d'anthropologie* (t. II, p. 1-53, pl. I). La race de l'Homme-Mort, quoique d'une taille médiocre, présente de nombreuses analogies avec la grande race de Cro-Magnon (1). Elle est dolichocéphale au même degré (73 °/₀₀), et se distingue par là non seulement de la population actuelle de la Lozère, qui est très brachycéphale, mais encore de toutes les populations actuelles de la France et même de l'Europe; elle diffère aussi par ce caractère de la race mésaticéphale ou sous-dolichocéphale des dolmens de la Lozère. Le type de cette dolichocéphalie est occipital. Les contours du crâne sont réguliers, les courbes sont élégantes, la face est très orthognathe. L'indice nasal est faible, ainsi que l'indice orbitaire. Somme toute, ces crânes ont de belles formes; mais la région frontale a peu de largeur, les sutures sont peu compliquées, surtout dans le crâne antérieur; en outre, les sutures antérieures tendent manifestement à se refermer plus tôt

(1) Voir plus loin la Conférence de M. Broca *sur les Troglodytes de la Vezère.*

que les sutures postérieures. Ce sont autant de caractères d'infériorité; les crânes cependant ont une grande capacité (1544 c.c.), supérieure même, en moyenne, aux plus fortes moyennes des séries modernes. Cette supériorité de volume, déjà assez prononcée pour le sexe masculin, l'est bien plus encore pour le sexe féminin. On avait déjà été frappé de la grande capacité des crânes de Cro-Magnon. L'auteur fait remarquer à ce sujet que le passage de l'état sauvage ou barbare à l'état de civilisation introduit dans une race des conditions qui sont de nature à faire décroître, au moins pour un temps, le volume moyen du cerveau. C'est parce que la civilisation conserve à l'existence, et utilise dans les fonctions multiples et diverses qu'elle crée, un grand nombre d'individus dont l'organisation, imparfaite à certains égards, ne résisterait pas, dans l'état de nature, à la sélection naturelle. Cette influence se fait sentir surtout sur les femmes, qui, chez les sauvages, participent à tous les travaux et à tous les dangers de l'homme, et qui, dans les sociétés organisées, trouvent protection et appui pour leur faiblesse.

Cette diminution du volume *moyen* du cerveau sous l'influence de la civilisation n'implique nullement la dégénérescence de la race; c'est un effet de statistique, résultant de ce qu'un plus grand nombre d'individus à petit cerveau échappent à une destruction précoce, et font baisser la moyenne; mais le maximum, loin de diminuer, s'accroît, au contraire. Il y a dans nos séries modernes beaucoup de crânes dont la capacité dépasse de 20 à 150 centimètres cubes, celle du plus grand crâne masculin de l'Homme-Mort. Ce n'est pas ainsi que se manifesterait une baisse véritable. Les hommes les mieux organisés de ce temps-ci ne peuvent pas se plaindre d'avoir perdu quoi que ce soit de leur puissance cérébrale. Et quant aux autres, ils peuvent se féliciter d'un progrès social qui leur a donné place « au banquet de la vie ». Supposez qu'une loi cruelle élimine ces derniers, ou, sans aller jusque-là, supposez qu'on puisse prendre la capacité moyenne du crâne dans une assemblée comme celle-ci, et soyez sûr, que la moyenne des troglodytes de l'Homme-Mort serait dépassée.

La comparaison des éléments crâniométriques du crâne prouve d'ailleurs que c'est uniquement par le plus grand volume de leur crâne *postérieur* que les troglodytes de l'Homme-Mort l'emportaient sur les Français modernes. La région frontale, qui recouvre les lobes antérieurs du cerveau, siége des plus hautes facultés intellectuelles, est, au contraire, *absolument* plus grande chez ces derniers.

L'auteur ajoute enfin que, les conditions de la civilisation une fois établies, le progrès croissant de l'organisation sociale et de l'éducation tend à relever peu à peu la moyenne cérébrale, non pas en

éliminant les faibles, comme le ferait le retour à l'état sauvage, mais en les relevant et en les perfectionnant. C'est ainsi que la capacité moyenne du crâne des Parisiens s'est accrue, depuis le douzième siècle, de plus de 35 centimètres cubes.

M. Broca signale, en terminant, quelques caractères des os longs des troglodytes de l'Homme-Mort. La plupart de leurs tibias sont aplatis (os platycnémiques); plusieurs péronés présentent la remarquable cannelure longitudinale, qui n'a été observée jusqu'ici que sur les troglodytes de la Vezère (sur le vieillard de Cro-Magnon et sur l'homme de la Madeleine). Plusieurs fémurs offrent, comme ceux de la Vezère, un épaississement très prononcé de toute la région de la ligne âpre; enfin, la voussure particulière de l'extrémité supérieure des cubitus de Cro-Magnon se retrouve, quoique atténuée, sur plusieurs des cubitus de l'Homme-Mort.

Par leurs divers caractères crâniologiques ou ostéologiques, les troglodytes de l'Homme-Mort diffèrent notablement de la race des dolmens de la Lozère, et de toutes les races plus modernes de la France; leurs affinités les rapprochent, au contraire, des troglodytes de la Vezère, qui vivaient à l'époque quaternaire; s'ils diffèrent encore beaucoup du vieillard des Eyzies, ils sont du moins très comparables aux deux autres individus des Eyzies et à l'homme de la Madeleine. Celui-ci, contemporain de l'âge du Renne, établit très bien la transition entre les gens de Cro-Magnon, contemporains du Mammouth, et les gens de l'Homme-Mort, qui vivaient au commencement de l'époque de la pierre polie. Le changement le plus remarquable est celui de la taille et de la puissance musculaire. Ces deux caractères, déjà notablement amoindris chez l'homme de la Madeleine, le sont plus encore chez les troglodytes de l'Homme-Mort; mais les deux termes extrêmes de cette série décroissante sont séparés l'un de l'autre par un nombre incalculable de siècles, pendant lesquels le climat, la faune et l'alimentation avaient subi graduellement des changements très considérables. La disparition du Renne avait suffi à elle seule pour bouleverser entièrement l'existence des « chasseurs de renne ». La différence de taille peut donc s'expliquer ainsi, et ne saurait contrebalancer les probabilités qui tendent à établir que les troglodytes de l'Homme-Mort et ceux de la Vezère étaient issus de la même race.

Discussion.

M. LE Dr LAGNEAU. Les crânes présentés par M. le Dr Prunières me paraissent différer notablement, d'une part, de ceux de Cro-Magnon par une ossature faciale moins massive et moins large;

d'autre part, des dolichocéphales de la vallée du Rhin, par un coronal mieux développé, n'étant pas oblique et ne présentant pas de saillies sourcilières.

M. DE QUATREFAGES constate sur les quatre crânes de la caverne de l'Homme-Mort, qui sont sur le bureau, des analogies, mais aussi quelques différences. A Cro-Magnon, par exemple, il y a contraste entre la dolichocéphalie du crâne et la largeur de la face. Ici il y a concordance entre la dolichocéphalie et l'étroitesse de la face, comme d'ailleurs sur les crânes d'Éguisheim et de Lahr (Ami Boué). Ici encore la dépression post-coronale du haut de la tête est plus prononcée qu'aux Eyzies. Les crânes des Eyzies, en outre, sont trop peu nombreux pour que notre opinion sur la race à laquelle ils appartenaient soit fixée. Il faut donc encore suspendre notre jugement sur les relations des caractères physiques de ces deux races.

M. Élie MASSENAT.

Sur le squelette de Laugerie-Basse.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

MESSIEURS,

Il y a deux jours à peine, nous parcourions ensemble la belle et intéressante vallée de la Vezère, après avoir successivement visité les stations des Eyzies, de Cro-Magnon, de Laugerie-Haute, nous avons étudié les admirables abris de Laugerie-Basse. Je fus heureux, Messieurs, de pouvoir vous montrer moi-même l'endroit précis où j'avais découvert le seul squelette complet de l'époque du Renne qui ait été, je crois, trouvé dans nos régions. Je ne viens pas aujourd'hui vous donner la description anatomique de ces restes précieux; une plume bien plus autorisée s'est chargée de ce soin, et avant peu, dans un travail étendu, vous trouverez le résultat des observations de notre éminent Président.

Mon but est simplement de combattre cette idée légèrement émise à Laugerie même, que le squelette était le résultat d'une inhumation régulière comme on le croit, sans preuves selon moi, pour les ossements humains du gisement voisin de Cro-Magnon. L'authenticité du squelette de Laugerie, sa date paléolithique ne sont l'objet d'aucun doute chez personne. La découverte a été faite en présence et avec l'aide de témoins très expérimentés. Des observations, des mesures

ont été prises avec le soin le plus scrupuleux, quant au gisement de cette pièce; la question soulevée pourrait donc paraître peu importante et indigne de vous occuper, si elle ne se rattachait de la manière la plus intime aux mœurs des chasseurs des bords de la Vezère, à l'époque de la Madeleine.

Jusqu'à ce jour, rien n'est venu nous prouver d'une manière péremptoire que l'homme de l'âge du Renne donnât la sépulture à ses morts. Aucun fait irréfutable n'est venu à notre connaissance, ni les ossements humains trouvés à Engis par Schmerling, ni les sépultures de Solutré n'ont un âge bien déterminé, et à Aurignac et à Cro-Magnon les squelettes humains n'ont pas été vus ou étudiés en place.

Depuis de longues années, j'ai fouillé avec tout le soin et toute l'attention possibles un bien grand nombre de stations préhistoriques. J'ai remué des quantités énormes de débris antiques. Mes investigations se sont portées, non seulement sur les grottes, mais même sur leurs environs; jamais je n'ai trouvé rien qui eût l'apparence d'une sépulture.

Que faisaient donc les hommes des restes de leurs semblables?

Il est encore difficile de répondre à cette question. Mais, ce que mes recherches me permettent d'attester, c'est que l'on rencontre fréquemment des débris humains, toutes les parties du squelette séparées dans les foyers. Nous ne pouvons nier que nos troglodytes ne faisaient pas plus de cas des restes de l'homme que des débris du renne, du cheval et des animaux qui avaient servi à sa nourriture et avec lesquels nous les trouvons mélangés.

Le squelette de Laugerie n'y a pas été enseveli : l'individu auquel il appartenait y a été surpris par un éboulement. Vous avez vu l'endroit. Vous avez remarqué ces blocs énormes situés à côté et au-dessus des débris de l'homme. Vous n'avez cependant pu voir comme moi l'intervalle des blocs rempli de rochers de petite dimension comparativement aux autres, mais encore d'un transport très difficile. Il a fallu la mine pour les extraire. De plus, deux foyers au moins se trouvaient superposés au squelette.

Ces foyers étaient parfaitement intacts. A ces preuves, ajoutez la position où il a été trouvé : renversé sur le côté, la main gauche sur le pariétal gauche, la main droite sur le cou, les coudes touchant un des genoux, la deuxième jambe plus allongée. Cela suffirait pour vous convaincre; et vous reconnaîtrez avec moi que rien n'est si hasardé que de croire à une sépulture de l'époque du Renne.

M. G. DE MORTILLET,

Sous-Directeur du Musée gallo-romain de Saint-Germain.

Classification des diverses périodes de l'âge de la Pierre.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

M. G. de Mortillet n'ayant pu se rendre à Bordeaux, a envoyé un travail dont il est donné lecture. Il considère que la chronologie basée sur la faune peut être erronée, les espèces d'une même époque étant très inégalement réparties; l'industrie donne des résultats plus positifs; en l'étudiant, M. de Mortillet a été conduit, on le sait, à subdiviser la période de la pierre taillée en quatre époques bien distinctes, auxquelles succède l'âge de la pierre polie.

« Il est tout simple, dit-il, qu'on ne s'entende pas quand il s'agit de divisions basées sur la faune, car la faune a peu varié pendant toute la période de la pierre taillée. Le grand ours, le mammouth, et même le renne, paraissent avoir vécu pendant toute cette longue période. Ils ne peuvent donc pas servir à caractériser des époques. Ils étaient, dit-on, plus ou moins abondants. Mais comment apprécier le degré d'abondance.

» Si vous étudiez des dépôts d'alluvion, vous trouverez naturellement en grande abondance des débris d'hippopotames, de rhinocéros et de mammouths qui venaient vivre et mourir auprès des cours d'eau, et vous rencontrerez fort peu de restes d'ours qui vivent dans des tanières loin des fleuves. Si, au contraire, vous fouillez des grottes, vous y rencontrerez en très grande quantité les ossements des habitants naturels de ces grottes, l'ours et l'hyène; ou bien, si ces grottes ont été habitées par l'homme, elles seront encombrées des débris de ses repas, le bœuf, le cheval, le renne. Dans tous les cas, les ossements d'hippopotame, de rhinocéros et de mammouth y seront très rares. Comment, dès lors, apprécier d'une manière exacte le plus ou le moins d'abondance de tel ou tel animal dans la faune ?

» Il faut donc renoncer à baser de bonnes divisions sur la faune. C'est ce qui m'a décidé à tourner mes regards vers l'industrie. Quittant la méthode géologique, j'ai fait appel à la méthode archéologique. »

Et il résume alors sa nouvelle classification dans le tableau suivant :

ANCIENNES DIVISIONS françaises et anglaises.	GRANDES DIVISIONS industrielles.	ÉPOQUES BASÉES sur l'industrie.	GISEMENTS PRINCIPAUX CARACTÉRISTIQUES.	GÉOLOGIE ET météorologie.	FAUNE.
Pierre polie néolithique.	PIERRE POLIE.	ROBENHAUSIEN Époque de Robenhausen. TYPES : Haches polies en pierres et flèches barbelées en silex.	Habitations lacustres : Robenhausen, Meilen (Zurich); Mooséedorf (Berne); Saint-Aubin (Neuchâtel); Concise (Vaud); Clairvaux (Jura); Wangen (lac de Constance). Dolmens : le Morbihan et toute la Bretagne; Argenteuil et la Justice (Seine-et-Oise). Ateliers : Grand Pressigny (Indre-et-Loire); Camp-Barbet (Oise); Londinières (Seine-Inférieure); Spiennes (Mons). La Vibrata (Ascoli). Camps ou oppidums : Chassey (Saône-et-Loire); l'Hastedon (Namur).	CLIMAT ACTUEL.	ANIMAUX DOMESTIQUES. Races humaines déjà fort mêlées, brachycéphales et dolichocéphales, analogues aux actuelles.
Pierre taillée archéolithique ou paléolithique.	PIERRE TAILLÉE avec instruments en os.	MAGDELÉNIEN Époque de la Madeleine. TYPES : Flèches barbelées en os et lames de silex.	Grottes et abris : La Madeleine, les Eyzies, Laugerie-Basse (Dordogne); Bruniquel (Tarn-et-Garonne); Massat (Ariége); Montréjeau (Haute-Garonne); Aurensan (Hautes-Pyrénées); Murceint (Lot); les Morts, Champs et Puy-de-Lacan (Corrèze); le Placard (Charente); Arcy (Yonne); Salève (Haute-Savoie); le Seé (Vaud); Baoussé-Roussé (Vintimille); Furfooz (Dinant). Stations à l'air libre : Schussenried (Wurtemberg).	POST-GLACIAIRE.	Renne, aurochs et urus très abondants dans les rejets d'habitations de France et de Belgique, mammouth, hyène, grands félis.
		SOLUTRÉEN Époque de Solutré. TYPES : Pointes de silex en feuille de laurier taillées de deux côtés.	Stations à l'air libre, abris et grottes : Solutré (Saône-et-Loire); Laugerie-Haute, Badegols, Saint-Martin d'Excideuil (Dordogne).	CLIMAT FROID ET SEC.	Homme brachycéphale et mésaticéphale, se rapprochant de nos races actuelles. La Lesse, Cro-Magnon, Laugerie-Basse, Raoussé-Roussé, Solutré (partie).
	Instruments uniquement en pierre taillée.	MOUSTIÉRIEN Époque du Moustier. TYPES : Pointes de silex retaillées d'un seul côté et râcloirs.	Grottes et stations en plein air : Moustier (Dordogne); Chez-Pouré (Corrèze), la Martinière et l'Ermitage (Vienne); la Mère-Grand (Saône-et-Loire); Buoux (Vaucluse); Néron (Ardèche); Goudenans-les-Moulins (Doubs); Cœuvres (Aisne); Brèches de Genay et Ménétreux-le-Pitois (Côte-d'Or). Alluvions des bas niveaux : Grenelle, Levallois, Clichy (Seine); le Pecq (Seine-et-Oise), Montguillain (Oise).	GLACIAIRE : CLIMAT FROID ET HUMIDE.	Grand développement de l'ours des cavernes. Rhinocéros. Homme dolichocéphale, type assez inférieur. Engis, l'Olmo.
		ACHEULÉEN Époque de Saint-Acheul. TYPES : Grands instruments de pierre en forme d'amande	Alluvions des Hauts-Niveaux : Saint-Acheul, Abbeville, Thenne (Somme); Sotteville-lès-Rouen (Seine-Inférieure); Vaudricourt (Pas-de-Calais); San-Isidro (Madrid). Plateaux : Beaumont (Vienne); Tilly (Allier); La Ganterie (Côtes-du-Nord); vallées de la Sausse et de la Ceillonne (Haute-Garonne).	PRÉGLACIAIRE : CLIMAT TEMPÉRÉ	Hippopotame. Éléphant antique. Homme, type le plus inférieur. Néanderthal, Eguisheim, la Naulette, Denise.

M. J. DE BAYE.

Communication relative aux grottes préhistoriques de la Marne.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

Les Hypogées découverts récemment dans le département de la Marne offrent un si grand intérêt au point de vue des études préhistoriques, que j'ai voulu en signaler l'existence au Congrès de Bordeaux.

Les grottes sont pratiquées dans le terrain crétacé ; elles affectent des formes variées et elles ont été incontestablement taillées avec des haches en silex. Les coups de hache y sont visibles par milliers.

Parmi ces grottes un grand nombre a servi d'habitations, les autres sont purement sépulcrales. Il y a des raisons multipliées de les distinguer ainsi en habitations et en sépultures.

Le mode de sépulture revêt plusieurs formes caractérisées.

Des sculptures ont été pratiquées sur les parois de quelques grottes, elles sont en relief et représentent une divinité, plusieurs haches, et un instrument inconnu.

Les grottes contenaient de nombreux squelettes dont toutes les parties susceptibles d'être conservées ont été soigneusement recueillies. Une quantité considérable de crânes appartenant au type brachycéphale a été donnée par les fouilles pratiquées. L'anthropologie y rencontre d'intéressants sujets d'étude.

Le nombre énorme d'instruments en silex, qui s'y trouvaient, appartient à l'époque de la pierre polie. Les haches, formant une collection d'environ 100, sont variées, sous le rapport du modèle et de la matière; il est impossible de mentionner ici tous les objets trouvés.

Une vertèbre humaine percée d'une flèche à tranchant transversal fixe l'emploi de cet instrument, dont il a été recueilli 700.

Un couteau-lancette, perçant une vertèbre, a été également découvert.

Un grattoir, échancré aux deux extrémités, connu sous le nom de type du grand Pressigny, a été aussi retrouvé dans les grottes. Jusqu'à présent cet instrument n'avait été recueilli qu'à la surface du sol. On doit donc maintenant le rattacher avec certitude à l'époque de la pierre polie.

Je ne puis qu'effleurer les questions; mais je tiens à faire remarquer, dans l'intérêt de la science, que nos grottes de la Marne sont

de l'âge de la pierre polie; qu'elles établissent l'existence de l'homme troglodyte à cette époque; et qu'on y constate des traces importantes et uniques peut-être de l'art préhistorique.

Nos rapports avec un certain nombre de savants, et les recherches que nous avons faites dans les ouvrages spéciaux, nous autorisent à déclarer que jusqu'à ce jour il n'a jamais été trouvé un champ aussi riche en sujets d'observations.

J'appelle l'attention des savants sur nos grottes et les objets qu'elles contenaient.

Ma communication n'avait point d'autre but.

Capitaine Raimond POTTIER,

Membre de la Société française d'archéologie, Membre fondateur de la Société archéologique de Tarn-et-Garonne.

Recherches d'archéologie préhistorique dans l'arrondissement de Dax (Landes).

(Séance du 12 Septembre 1872.)

Il y a peu d'années, je dirai presque peu de mois, la ville de Dax avait le droit d'être fière des remparts qui lui valurent un second rang parmi les villes de la Gaule.

Elle n'a pas su conserver pour l'avenir ce privilége, et, par sa propre volonté, elle a détruit ce que seule, entre toutes les villes, elle possédait encore; ses remparts sont renversés, ses tours presque détruites, et la porte qui avait conservé jusqu'à nos jours le nom et le souvenir de Julia, la fille d'Auguste, est rasée.

Je cherchais, du moins en arrivant il y a quelques mois à Dax, les débris antiques découverts et recueillis dans les démolitions; s'il en a été découvert, ils ont disparu.

Cependant, dans une salle de l'Hôtel-de-Ville, ancienne résidence des évêques, les successeurs de saint Vincent de Xaintes, l'apôtre de ce pays, est, sans être classé, un rudiment de musée formé par la collection de géologie, fort pillée, dit-on, laissée à la ville par un savant illustre, M. de Borda d'Oro, mort au commencement de ce siècle.

Avec cette collection sont ses mémoires manuscrits, que la science aurait gagné à voir publiés.

Je dois à l'obligeance du conservateur de cette collection communication de ces mémoires. En les feuilletant, j'ai été frappé de la façon

dont M. de Borda appréciait déjà des objets à peu près inconnus de son temps.

Dans le chapitre où il parle du silex se trouve ce passage écrit avant la Révolution :

« Les anciens habitants, et vraisemblablement ceux qui y fixèrent » leurs demeures, ont employé le silex pour en faire divers instru- » ments.

» On trouve dans les landes qui entourent Dax des pointes de flèche » en cette matière grossièrement travaillées. J'ai dans ma collection » un de ces silex taillé en lame de couteau. Il paraît qu'on leur donnait » la forme en frappant la pierre : les surfaces, en effet, sont raboteuses » et couvertes d'aspérités; une branche part du sommet de l'angle » rentrant; elle est plate; sa forme prouve qu'elle était introduite dans » une fente pratiquée dans le bois, auquel on l'assujétissait par de » fortes ligatures. »

Ce spécimen n'existe plus dans la collection. Dans un autre endroit, il dit :

« A Pouillon, toute la croupe occidentale de la butte de Bennaruc » est semée d'éclats de silex. Cette hauteur s'élève au-dessus des côtes » de la même paroisse.

» Des raisons assez plausibles m'ont porté à croire que dans une » haute antiquité, les premiers habitants de ce pays se servaient » d'instruments semblables à ceux qu'on trouve dans ces environs, et » que ces fragments étaient les débris qui s'en étaient séparés lorsqu'on » les taillait. »

Il dit, en parlant d'une pierre numismale (nummulithe probablement), qu'il avait trouvée en ce lieu :

« Je ne craindrai pas de m'écarter de mon sujet pour rappeler en » quelle position singulière je trouvai cette pierre, qui était longue » d'environ deux pieds, et épaisse de près de trois pouces. Sur le » sommet de la hauteur de Bennaruc, dans la paroisse de Pouillon, » était une enceinte rectangulaire formée par des blocs de mine de » fer; elle renfermait des urnes de terre, que des ossements brûlés » remplissaient en partie. La pierre dans laquelle cette numismale et » quelques autres sont enchâssées s'élevaient à l'angle du quadrilatère » et dans la direction de sa diagonale; une portion fut envoyée par » moi à feu M. de Réaumur (1). »

A la collection de M. de Borda, on n'a ajouté qu'une hache de pro-

(1) M. de Réaumur étant mort en 1757, la découverte de M. de Borda et ses observations sur les silex taillés remontent avant cette époque. Il est par conséquent un des premiers qui ait cherché à étudier les temps antéhistoriques.

venance Caraïbe, portée de l'Ile-de-France, et, ailleurs, je n'ai guère vu que quelques haches polies.

Quoi qu'il en soit, je pris la résolution de mettre à profit les indications que contenait ce précieux Mémoire.

Une première excursion, faite au mois de juillet 1871, m'a fait reconnaître l'existence de silex taillés sur les rochers qui bordent l'Adour, dans la commune de Tercis, et sur une hauteur dépendant de la propriété de M. le baron de la Luque, commune de Heugas.

Je ne pus que le 11 octobre me rendre au tuc de Bennaruc, désigné dans les Mémoires de M. de Borda. Là, je découvris un véritable atelier de la pierre travaillée par éclats, que je crois remonter à l'âge le plus reculé.

J'ai trouvé en place, dans une couche de terre de plusieurs pieds d'épaisseur qui sépare un lit de graviers du sol actuel, des lames de silex identiques à celles de Bruniquel, des pointes de lance et de flèche parfaitement caractérisées, des haches en silex, trois en quartzite taillée par éclat de forte dimension et d'une grande pureté de forme. A côté, un instrument, qui servait à les fabriquer, en pierre d'une extrême dureté et qui a la forme d'un disque allongé. Il porte, à une de ses extrémités, la marque des coups qu'il servait à donner; enfin, quelques débris de la poterie la plus grossière.

Je n'ai rencontré aucune trace d'os travaillés, mais je suis persuadé que des fouilles habilement dirigées donneraient d'excellents résultats.

Bennaruc se trouve à douze kilomètres de Dax, sur la route de Pouillon ; sa hauteur est cotée 100 mètres sur la carte de l'état-major. C'est un des points culminants des collines qui séparent, dans cette contrée, les bassins de l'Adour et du Gave. Une chapelle, longtemps habitée par un ermite, est à son sommet, d'où on découvre en grande partie le magnifique panorama de la chaîne pyrénéenne. Les hauteurs de Coumayan, entre Bennaruc et le village de Benesse-les-Dax, m'ont donné divers instruments de silex et m'ont laissé voir les traces d'un autre atelier. Dans une marnière, à 4 ou 500 mètres de l'église de Benesse, j'ai trouvé des couteaux en silex, une fort belle pointe de lance, des os brisés dans le sens de leur longueur et un des plus beaux spécimens de hache en quartzite taillée.

Persuadés que les eaux chaudes, si abondantes dans les environs de Dax, avaient attiré les habitants des temps préhistoriques, je me mis à chercher avec soin les traces de leur passage.

Dans les fouilles pratiquées par un intelligent constructeur de ferronnerie, M. Séris, dans sa propriété longeant la promenade des Baignots, au bord de l'Adour, fouilles qui ont été couronnées de succès par la découverte de plusieurs sources d'eau minérale chaude, j'ai

recueilli, dans les boues thermales qui sont immédiatement au-dessus des rochers, divers instruments en silex, des débris de poteries grossières, un poinçon en os travaillé et une hache en quartzite taillée. Les fouilles, qui continuent, fournissent tous les jours de nouveaux objets et dénotent une véritable station de la pierre taillée.

On a trouvé à 1m50 dans le sol, des conduites d'eau en briques, qui datent de l'époque romaine et qui prouvent que là était évidemment une de leurs stations balnéaires.

Les ouvriers prétendent avoir trouvé, dans une anfractuosité de rocher et mêlés à des silex, les débris d'un squelette humain; un os que je n'ai pu conserver, vu son état de vétusté, m'a semblé être un tibia. J'y ai vu une partie de la boîte osseuse d'un crâne, mais je n'ai pu recueillir aucune dent.

A l'est de Dax, près les marais de Saint-Pierre, existe une dune de sable, en partie détruite par l'agriculture, nommée la dune des Aïgues-Routges. J'ai trouvé de forts beaux échantillons, grattoirs, pointes de lances, de nombreux nuclei. Plus au nord, entre le cimetière et la route de Montfort, et dans la continuation de cette dune, une hache en quartzite taillée d'une forme toute particulière. Le tranchant en est très développé par rapport à la partie qui servait à l'assujétir dans le manche. Elle se rapproche de la forme connue de certaines haches du moyen âge.

Les landes de la commune de Narosse, notamment un monticule séparé de la propriété de M. de Laneufville par de profonds ravins, m'a offert des échantillons, mais presque tous de petite dimension.

Dans lá commune de Seyresse, dans des plantations de jeunes pins, entre l'hippodrome et la route de Saint-Paudelon, j'ai trouvé épars divers silex travaillés, deux haches de l'époque de la pierre polie et une plaque de pierre ovale d'un grès ferrugineux, qui a été creusée par le frottement. Elle a dû servir soit à écraser des grains, soit à polir les haches.

Un assez grand morceau de poterie grossière, sorti d'un trou fait pour planter un jeune pin, donne une anse tres forte et les empreintes des doigts qui l'ont façonnée; le vase dont elle faisait partie n'a pas été fait au tour.

Dans la commune d'Œyre-Luy et dans le lieu nommé le Paloumet, à l'extrémité de landes fortement ravinées, existe une nouvelle station dont les produits sont extrêmement remarquables. Je citerai, entre autres, une hache en silex taillée par éclat, remarquable par son double tranchant; elle est du plus beau fini et longue de 15 centimètres; une pointe de lance d'une régularité parfaite, etc., etc., des débris de poteries dont un indique un vase à rebords.

A 1,500 mètres de là, et dans un bois de pins dépendant d'une des propriétés (Bassère) du capitaine Corta, même genre de découvertes.

La commune de Tercis est certainement une des plus riches des environs de Dax en stations de l'âge antéhistorique. Sa position géographique l'explique. Située à l'extrémité du plateau incliné du nord au sud qui sépare l'Adour du Luy de France, elle était autrefois presque entourée par un vaste lac formé au point de réunion du fleuve et de la rivière. Des roches très élevées la bordent vers l'Adour; des eaux chaudes minérales surgissent dans sa partie la plus basse. Le bassin de ce lac forme des marais impraticables l'hiver, inondés par les crues fréquentes du Leny et de l'Adour; on les nomme Braoü, nom du reste donné à tous les marais dans ces contrées. Les anciennes berges sont couvertes de cailloux roulés, mêlés à des silex taillés; on y ramasse de beaux échantillons.

J'y ai cherché des traces d'habitations lacustres, persuadé que cet ancien lac devait, comme ceux de la Suisse, avoir eu ses habitants. En interrogeant les paysans riverains, ils m'ont dit qu'on y rencontrait souvent, à une petite profondeur, de nombreux piquets enfoncés dans la tourbe, des pièces de bois grossièrement équarries, des débris de poterie.

Cela suffit pour indiquer l'existence de villages lacustres, à la civilisation inconnue qui, depuis des milliers d'années, attendent, enfoncés dans les sables et les tourbes, la main qui doit venir sonder leur mystère.

De nouvelles recherches ont amené pour moi des résultats plus importants. (Excursion du 30 septembre 1871.)

A 200 mètres de l'ancienne rive, au lieu nommé *Courrey*, se trouve un monticule de sable, sensiblement élevé au-dessus du Braoü. Là, dans un espace de 10 mètres carrés environ, existe un amoncellement de silex taillés de plusieurs pouces d'épaisseur. J'y ai ramassé de nombreux et beaux échantillons, quelques couteaux, des pointes de lances, des flèches, des haches et des débris de poterie. J'y ai fait faire une tranchée de plus d'un mètre de profondeur et n'y ai rencontré que du sable et des débris de silex. Un paysan m'a dit avoir arraché, il y a vingt-cinq ou trente ans, de forts piquets enfoncés dans le sol autour de cet îlot.

J'ai la certitude que là est une de ces palafittes rencontrées si souvent dans les lacs de la Suisse, du nord de l'Italie, de la Bavière, de l'Allemagne. Seulement, celui de *Courrey* doit remonter à la plus haute antiquité, car on n'y rencontre ni pierre polie, ni bronze, ni fer.

J'ajouterai que les ouvriers qui cultivent les anciens marais de

Saint-Pierre, commune de Dax, transformés en jardins maraîchers, rencontrent souvent, lorsqu'ils creusent un peu profondément, de nombreux pilotis enfoncés dans la tourbe et des silex taillés. Une pointe de piquet assez forte, qui, par ses éclats courts et peu profonds, indique un travail fait par une hache de pierre, a été trouvé par M. Richard, ingénieur civil, directeur des salines du Boudigot, dans un trou de sondage, à 7 mètres de profondeur.

J'espère que de nouveaux travaux établiront, d'une manière plus certaine encore, que notre Midi, déjà si riche en souvenirs de toutes les époques, a, lui aussi, ses cités paludéennes et lacustres (1).

Près des roches de Tercis se trouve une lande du nom de *Saussaye,* qui a la forme d'une parallélogramme allongé, fortement incliné du nord au sud. Au milieu, deux ravins profonds, qui partent du sommet, découpent une bande de terre qui vient se perdre dans des marais.

Vers l'extrémité de cette lande, qui forme un véritable *oppidum* naturel, est un espace de 3 ou 4 mètres carrés où le silex taillé était accumulé sous une couche de quelques pouces de sable.

Là, plus de débris informes; mais des instruments, des armes, des haches finement travaillées; de gros cailloux roulés, taillés et formant des pointes régulières; de fort grandes lames de silex; plusieurs de ces lames très aiguës, ayant une partie renflée, taillée à pans, sont de véritables poignards. Un disque, dont les bords retouchés de chaque côté forment une arête fort tranchante, devait être une redoutable arme de jet.

L'emplacement de cette station est admirablement choisi pour la défense. Il ne peut être attaqué que d'un seul côté, et ses défenseurs devaient trouver une facile retraite dans le lac qui en baignait l'extrémité.

J'ai constaté sur les roches de Tercis, au-dessus de la carrière dite de la Source, l'existence d'un oppidum de grande dimension qui jusqu'à présent avait été pris pour un camp romain.

Quelques sondages superficiels que j'ai pratiqués sur divers points, m'ont prouvé qu'il avait une origine beaucoup plus ancienne.

Presque à la surface du sol, dans un espace de moins d'un mètre carré, j'ai recueilli, avec des nuclei dont ils avaient été détachés, de nombreux couteaux, pointes de lances, de flèches d'un beau travail.

Le sol, les remparts, leurs talus, deux monticules artificiels qui défendent la seule entrée ancienne, sont jonchés d'éclats de silex et de nuclei parmi lesquels j'ai trouvé de fort beaux échantillons.

(1) Je signale à l'attention des chercheurs les marais de Saubusse et de Mées, où de nombreuses traces d'habitation et des silex taillés se rencontrent.

Il est à désirer que des fouilles soient pratiquées dans cet oppidum, qui paraît un des plus vastes monuments connus de l'époque de la pierre taillée par éclats.

Toute la partie supérieure des roches de Tercis est couverte de débris de silex taillés. Il devait y avoir là une grande agglomération d'habitants qu'explique du reste le position topographique des lieux.

Sur la rive droite de l'Adour, on rencontre aussi très fréquemment des silex taillés. J'ai exploré et puis citer les communes de Pouy, Saint-Paul, Mées, Angoumé, Saubusse, Rivière.

Au domaine du château de Larroque (1), son propriétaire, feu M. de Bedorède, faisant exploiter, il y a vingt-cinq ans, des rochers situés entre l'Adour et le tracé actuel du chemin de fer, rencontra une caverne en partie comblée par les alluvions du fleuve : elle avait environ 25 mètres de profondeur; l'entrée, obstruée depuis long-temps, venait aboutir aux berges de l'Adour; là, dans la couche d'alluvion la plus basse, la pioche des ouvriers rencontra une quantité considérable d'ossements mêlés à des silex taillés.

Malheureusement, les objets trouvés n'ont été ni rassemblés ni étudiés; quelques-uns, livrés à la poussière, gisent au fond d'un placard, au château de Larroque.

Les échantillons de l'époque de la pierre polie se rencontrent fréquemment dans les environs de Dax, commune de Pouillon à Monpeyroux, de Benesse, sur les landes de Narosse; commune de Dax, dans les défrichements de la forêt de la Torte, sur les landes de Seyresse, à Arzet, Candresse et surtout dans la Chalosse.

A Mées, entre le bac et l'église du bourg, est une plaine basse où était autrefois un bois de grands chênes. L'extraction des racines a mis à jour des haches polies mêlées à de beaux échantillons de silex. J'y ai trouvé une plaque de pierre dure de petite dimension ayant la forme d'un quadrilatère, aux angles arrondis par le frottement, ayant à sa partie la plus étroite un trou où l'usure de la corde ou de la lanière qui servait à la suspendre, est facilement apparente.

Des stries gravées à la pointe forment un dessin dont il n'est pas possible de reconnaître l'intention.

Lorsque l'on connaît l'emploi que les cultivateurs font des bruyères et des mauvaises plantes qui croissent sur le sol des landes, on n'est pas étonné de rencontrer à leur surface de nombreux spécimens de l'âge de la pierre, et l'on s'explique qu'ils n'aient pas été recouverts à la suite des temps par les détritus de ces plantes.

(1) Le château de Larroque a été construit sur l'emplacement d'un castera très ancien.

Toutes les automnes ou tous les deux ans au plus, on enlève avec un instrument spécial ces plantes et le léger humus qu'elles produisent. Cette opération se nomme *soutrager,* et le résidu, après avoir été pourri sous le fumier, sert à amender les terres cultivées.

Dans un rayon de quelques kilomètres autour de Dax, existe un certain nombre de camps retranchés et de postes fortifiés, dont quelques-uns parfaitement conservés; j'en citerai notamment un dans les landes de Narosse : le castera d'Arles, remarquable par sa double enceinte, et les postes avancés qui en défendent les approches; les meules à bras, qui servaient aux troupes à écraser le grain, gisent encore au milieu du camp.

Près de la station du Paloumet, sur la lande de Hins, à Saint-Paul, à Mées, à Siest, à Heugas, à Candresse, à Poyartui, à Gamarde, à Orist, à Saint-Étienne-d'Orthe, à Pouillon, à Habas, à Sorde, à Sort, etc., etc., existent d'autres camps.

Celui de Mées, situé propriété Julien-Castex, en partie détruit par l'agriculture, m'a démontré que ces camps, s'ils n'avaient pas une origine plus ancienne que les Romains ou s'ils ont été construits par eux, ont pu servir de postes fortifiés aux peuples qui ont postérieurement envahi le sol du Midi : les Visigoths, les Francs, les Maures.

Au milieu de nombreux débris de tuiles à rebords, on a trouvé une tête formant modillon, dont les caractères de la sculpture me semblent se rapporter au roman primitif.

Un massif de construction, bâti en grand appareil, est en partie déblayé.

On a également trouvé, en creusant un fossé dans le marais qui entoure le camp, un *hamus-ferreus* (chausse-trape romaine) dont la lame a la forme générale d'une baïonnette; l'une de ses extrémités est taillée en pointe simple, la plus grande en pointe barbelée. La pointe simple entrait dans un piquet que l'on enfonçait en terre en frappant, avec une masse, sur la partie coudée de l'*hamus*.

Les Romains fermaient leurs camps par des barrières armées de *hami* de grande dimension. Ces barrières, ainsi construites, se nommaient *herisci,* littéralement *hérissons*. Celui qui nous occupe est en tout semblable à ceux trouvés dans la forêt de Compiègne et dans les fouilles d'Alise-Sainte-Reine, conservés au Musée d'artillerie.

J'ai trouvé, dans un autre de ces camps, un ornement en or ayant la forme d'un croissant aux pointes fortement rapprochées. Il est rond, la partie centrale renflée a 5 centimètres de tour, le circuit d'une pointe à l'autre a 20 centimètres. Aucun dessin ne l'orne, et l'on ne remarque aucune attache; ma conviction est que c'est un bracelet. Est-il d'origine romaine? Je l'ignore; mais des fouilles que

je dois pratiquer au lieu où je l'ai trouvé, me feront, je l'espère, rencontrer d'autres objets qui me fixeront sur son origine.

Les objets en bronze datant de la période romaine sont presque introuvables à Dax. Malgré les recherches nombreuses auxquelles je me suis livré, je n'ai pu recueillir que deux bracelets trouvés au bras d'un squelette, dans des fouilles, aux environs de la porte Julia.

Les médailles romaines les plus fréquemment rencontrées sont celles de Tétricus, Constantin, Magnence, Crispus, Marc-Aurèle, Delmatius, Gordien, Septime Sévère, Antonin, Alexandre Sévère, Philippe l'Arabe, Décius, Volusien, Valérien, Gallien, Posthume.

On le voit par ce qui précède, les environs de Dax peuvent offrir un vaste champ aux recherches archéologiques. En signalant ma découverte, je n'ai d'autre désir que de contribuer à fournir des documents et des points de repère aux savants qui viendront après moi étudier ce pays si riche à tous les points de vue.

Qu'il me soit permis, en terminant, de payer un tribut de reconnaissance à cette population landaise si hospitalière aux étrangers, et de dire que Dax, par l'intelligence de ses habitants, sa position topographique, ses sources d'eau thermales, son climat, ses salines, est appelé dans un avenir prochain à un grand développement et à devenir une station thermale des plus fréquentées.

Le 12 juillet dernier, en collaboration de M. Henri du Boucher, membre correspondant de la Société archéologique de Tarn-et-Garonne, j'ai découvert, commune de Sorde, bassin du Gave, trois cavernes à ossements et silex taillés. Les fouilles que j'ai pratiquées et que je continue, m'ont fait, dans une de ces cavernes, traverser cinq foyers successifs, où j'ai rencontré de nombreux silex taillés, des ossements travaillés, des cornes de cerf, des os fragmentés. Dans une autre, j'ai rencontré un morceau de cristal de roche ayant un commencement de taille, des dents de sanglier percées d'un trou de suspension, etc., etc.

Lorsque les fouilles seront terminées, je me propose de publier, dans un Mémoire spécial, le résultat de mes recherches.

Dr H.-E. SAUVAGE.

De l'Homme fossile de Denise.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

Boucher de Perthes venait à peine de trouver ses premiers silex taillés dans les alluvions quaternaires de la Somme, que se répandait, en 1844, la nouvelle de la découverte de débris humains dans les couches du volcan éteint de Denise, près le Puy-en-Velay..

La première annonce en fut faite par M. Aymard, le 8 novembre, à la Société académique du Puy; le 23 courant, M. Aymard publiait quelques observations dans l'*Annonciateur de la Haute-Loire;* l'homme du Puy fut annoncé au monde savant par une note adressée à la Société géologique de France, le 2 décembre de la même année.

L'idée de la haute antiquité de l'homme n'était guère en faveur à cette époque; comme on avait nié toutes les découvertes antérieures, on nia l'homme de Denise; on soupçonna que le bloc dans lequel se trouvaient les ossements humains avait été fabriqué par un habile ouvrier. Ce fut avec un rare courage que les géologues du Puy soutinrent l'authenticité de la découverte. M. Bertrand de Doue en parle à l'Académie de Clermont et convertit à son opinion MM. Lecoq et Croizet (1). M. Aymard insiste de nouveau à la Société géologique (2), et revenant sur son idée première que l'homme est, dans le centre de la France, contemporain des *Rhinoceros megarrhinus*, il établit que Denise est un des volcans les moins anciens du Puy. Presque en même temps (1846), un autre savant du Puy, M. Félix Robert, résume les diverses phases de la question, et, par une étude approfondie du gisement, contribue puissamment à fixer l'âge auquel on doit le rapporter (3). Plus heureux que Boué, que Schmerling, que tant d'autres, condamnés sans même avoir été entendus, plus heureux surtout que Boucher de Perthes, qui luttait quoique sous le coup de la réprobation presque générale du public scientifique, les géologues du Puy furent écoutés; grâce à leur insistance, leur découverte ne resta pas lettre morte. Pictet, Geoffroy Saint-Hilaire et Laurillard, Gervais et Pomel, accoururent successivement chez eux. Tous furent convaincus, avec M. Pictet, que les ossements humains trouvés à Denise appartenaient à la période des dernières éruptions volcaniques du Velay (4).

(1) *De l'Homme fossile de Denise.*
(2) *Ann. d'Auvergne,* t. XVII et XIX.
(3) T. V, p. 412.
(4) *Traité de paléontologie,* 2e édit., t. I.

En 1856, le Congrès scientifique de France tint sa vingt-deuxième session au Puy. La question de l'homme fossile y fut à nouveau longuement étudiée. C'est pour la première fois alors que nous voyons l'annonce, par M. Pichot-Dumazel, de la trouvaille faite, dès le commencement de l'année 1844, d'un « frontal humain garni à l'intérieur par une limonite à feuillets concentriques, dont l'authenticité ne peut être contestée (1), » et de deux blocs exhumés bien postérieurement. Ces blocs, qui contenaient un assez grand nombre d'ossements, n'ont pas tardé à être regardés comme apocryphes par leur consciencieux propriétaire. La ressemblance entre les pièces supposées fausses et la pièce déposée au Musée, seule en cause jusqu'alors, contribua de nouveau à jeter du discrédit sur l'homme de Denise. On peut lire tout au long, dans les Actes du Congrès, la discussion qui s'engagea alors. Malgré les objections de MM. Bouillet, Bravais, Démian, tous les membres du Congrès finirent par se ranger à l'avis des géologues du Puy, et répondirent affirmativement à la question posée « que les échantillons placés sous les yeux des membres de la section sont authentiques, » et que, par conséquent, « *l'homme a existé dans cette partie de la France avant que les derniers volcans aient été éteints* (2). » La cause de Denise était gagnée; aussi, dans son ouvrage sur l'ancienneté de l'homme, sir Charles Lyell, qui venait, à Aberdeen, de confirmer de toute son autorité les trouvailles de Boucher de Perthes, sanctionna-t-il à nouveau les découvertes de Pichot, d'Aymard, de Bertrand de Doue. M. Lyell, en compagnie de M. Poulett Scrope, qui allait parcourir les volcans d'Auvergne, avait étudié peu de temps avant le gisement de l'Ermitage, où l'avaient précédé MM. Hébert et Ed. Lartet (1859).

Il était important, on le comprend, de bien fixer l'âge de l'homme du Puy, de savoir si les couches dans lesquelles ont été trouvés les ossements étaient contemporaines du volcan, et, dans l'affirmative, de déterminer l'époque à laquelle brûlait Denise.

La montagne est un volcan à scories, dont les pentes sont couvertes de cendres, de lapillos, de bombes. C'est sur le versant sud-ouest que se trouvent des couches composées de petits lits de cendres mêlées d'argile jaunâtre en feuillets minces et parfaitement horizontaux, alternant avec d'autres lits contenant des scories, des fragments de basalte, des nodules de limonite. « La roche sous-jacente constitue un terrain d'agrégation avec fragments angulaires et nombreux de scories et de laves, empâtés dans un ciment argileux et très souvent ocracé. » Ces couches, les supérieures du moins, sont de la dernière éruption du

(1) *Cong. scient. de France,* p. 290 et 296.
(2) Id., p. 312.

volcan; elles ont dû être formées par des explosions de gaz et de vapeurs ayant projeté dans les airs des cendres et des fragments d'argile, qui, plus tard, se sont agglomérés par voie humide et par tassement; ainsi se forment de nos jours les *peperino*, et ce que les Napolitains nomment de la lave aqueuse *(lava d'acqua)*. Ces couches de cendres argileuses sont le gisement de l'homme fossile.

Elles avaient été d'abord assimilées à celles que l'on rencontre sur le versant opposé du volcan, du côté de Polignac, couches dans lesquelles ont été trouvés l'*Elephas meridionalis,* le *Rhinoceros megarrhinus,* l'*Hyœna brevirostris,* et d'autres mammifères caractéristiques de la faune pliocène supérieure ou interglaciaire. M. F. Robert a démontré depuis que ces tufs doivent être attribués au volcan de Sainte-Anne, regardé par M. Bertrand de Doue comme intermédiaire entre les premiers et les derniers cônes volcaniques du Velay. Ce volcan est, en effet, plus dégradé que celui de Denise, et ses « produits ignés ne se rencontrent que sur les plateaux supérieurs, où ils alternent parfois avec des lits de cailloux roulés; jamais ils ne descendent le long des pentes des collines, et de là l'on doit conclure qu'ils sont antérieurs au creusement des vallons. »

Il n'en est pas de même du volcan de Denise, qui a brûlé à une date bien plus récente et a éclaté au milieu des brèches anciennes, alors que le pays avait à peu près son relief actuel. Du volcan a coulé, en effet, un courant de lave qui descend presque jusqu'au niveau actuel de la Borne, en suivant les contours des pentes; la vallée était donc creusée, à quelques mètres près, à sa profondeur actuelle; les brèches volcaniques arrivent au même niveau, et, selon M. Aymard, elles sont une dépendance des assises où l'on a découvert les ossements humains; leur âge se trouve dès lors fixé, les alluvions des bords de la Borne se rapportent manifestement à l'époque post-pliocène ancienne. MM. Pichot, Aymard, Robert y ont trouvé des restes d'ours des cavernes, de hyène des cavernes, de mammouth, d'hippopotames majors, de rhinocéros tichorrin, de cheval. Ajoutons de suite que cette date est encore confirmée par le rapprochement que l'on peut établir entre l'homme de Denise et les hommes du Néanderthal, d'Enfis, de Grenelle.

De ces faits il est permis de conclure que l'homme préhistorique a pu assister aux dernières éruptions volcaniques du centre de la France; les phénomènes se sont d'ailleurs manifestés dans le Velay jusque vers le milieu de l'époque quaternaire.

Cet homme de Denise n'avait été étudié qu'au point de vue de son gisement; son histoire géologique seule était faite. On ne le connaissait que par la figure complètement insuffisante, à tous les points de

vue, donnée dans le volume des *Actes du Congrès scientifique de France* (p. 313) et par l'énumération des os contenus dans le bloc du Musée du Puy. Tous les renseignements se bornaient à ceci : que « les ossements de Denise appartiennent très probablement à la race qui vit dans nos contrées (1). » Nous étant trouvé au Puy en septembre 1869, nous pûmes, grâce à la complaisance de MM. Pichot-Dumazel, Aymard, Félix Robert, étudier à loisir les restes humains trouvés à Denise.

Ces ossements sont dans l'ordre de leur découverte.

A. Le frontal de la collection Pichot-Dumazel, trouvé au commencement de l'année 1844.

B. Le bloc du Musée, découvert en septembre de la même année.

C et D. Deux blocs appartenant à M. Pichot.

E. Un bloc contenant uné dent et un métacarpien (collection Aymard).

F. Une dent trouvée par M. P. Gervais.

A

Le frontal de la collection Pichot est à l'intérieur incrusté de limonite argileuse sur une épaisseur assez forte; ces concrétions sont de même nature que celles que l'on observe en place dans les tufs de Denise, ce qui, comme nous l'avons déjà fait remarquer, met complètement hors de doute l'authenticité de la pièce en question.

Appartenant à un individu n'ayant pas atteint son entier développement et très vraisemblablement de sexe masculin, ce frontal se fait tout d'abord remarquer par la forte saillie de la glabelle qui rappelle ce que l'on retrouve chez le Néanderthal, plus exagérée toutefois chez ce dernier, l'individu ayant atteint son complet développement.

Le nez, dont il ne reste qu'une partie, est à base large (22 millimètres). Au-dessus de lui viennent les voûtes orbitaires, assez régulièrement arrondies, surmontées des arcs sourcilliers continus l'un à l'autre par la glabelle et limités en dehors par les trous sus-orbitaires. Par la vue de profil, on remarque au-dessus de la glabelle une dépression assez forte, après laquelle le front s'élève en se bombant un peu, puis s'aplatit jusqu'à son union avec les pariétaux. Les bosses frontales sont peu saillantes (2).

On peut noter que la courbe de l'os se place entre celle du Néanderthal et celle des crânes d'Eguisheim. Nous pouvons voir aussi sur le

(1) *Congrès scientifique, loc. cit.*, p. 292.

(2) Ce frontal, vu par en haut, a été pour la première fois figuré par M. L. Lartet. (*Bull. Soc. géol. de Pr.*, t. XXVI, p. 1057.)

profil que la ligne temporale est plus marquée, allongée, à peine élevée, et que la fosse temporale est peu profonde.

Les sinus frontaux sont divisés par une cloison déviée; ce fait est en rapport, comme nous l'a fait observer M. E. Hamy, avec le développement de la glabelle, et se retrouve chez les individus de Canstadt et d'Eguisheim (1). Ces sinus se composent à droite d'une cellule large dépassant la ligne médiane, à peine subdivisée par un léger cloisonnement; du côté gauche, le sinus est partagé en trois cellules.

La partie inférieure de la suture médio-frontale est restée un peu ouverte (n° 1/2) dans une faible étendue. Le trou sourcilier est plus grand à droite qu'à gauche.

Les mesures que nous avons pu relever sur ce frontal sont :

Courbe totale (au ruban).....	122 à 124mm
Distance, au compas, de la base du nez au bregma.....	110
Frontal maximum.....	113
Id. minimum.....	93
Diamètre bi-orbitaire externe.....	102
Courbure du bord pariétal (au ruban).....	110 × 2
Largeur de la base du nez.....	22
Id. à l'intérieur.....	20
Distance, au compas, glabello-bregmatique.....	97
Distance de la racine du nez à la glabelle (compas).....	15
Distance entre la partie la plus externe d'une apophyse orbitaire à l'autre, en passant par la glabelle (ruban).	108
Longueur, au compas, de la ligne d'insertion du temporal, à partir de l'apophyse orbitaire externe, cette apophyse comprise.....	57
Hauteur de l'apophyse orbitaire externe jusqu'à une ligne menée par le bregma.....	19
Épaisseur du bord postérieur du frontal entre le bregma et la ligne temporale.....	6,5

Par l'ensemble de caractères qui ressortent de ce tableau, le frontal de Denise appartient certainement à la race paléontologique dolichocéphale, dont les crânes de Néanderthal, d'Engis, de Canstatd sont les représentants.

B.

Les mêmes caractères se retrouvent sur les ossements du bloc du Musée du Puy. La portion de frontal que l'on peut étudier, nous

(1) Communication orale.

montre les arcades sourcilières saillantes en bourrelet épais, une glabelle proéminente, surmontée d'un front fuyant, qu'en sépare une partie fortement déprimée; la racine du nez est large, 20 millimètres séparent cette racine de la glabelle. Nous n'avons pas besoin d'insister pour montrer que tous ces caractères concordent avec ceux que nous avons indiqués plus haut.

Outre le frontal dont nous venons de parler, le bloc du Musée contient :

a. Un fragment de maxillaire supérieur, à canine très usée; *b.* un fragment de maxillaire supérieur d'un autre sujet plus jeune, portant trois molaires et une canine; *c.* un fragment de vertèbre lombaire; *d.* la moitié supérieure d'un radius; *e.* deux métatarsiens; *f.* un fragment de pariétal.

Tous ces os sont trop encroûtés pour être utilement étudiés.

C et D.

Si les deux pièces que nous venons d'étudier sont authentiques et appartiennent incontestablement, de par la géologie et de par l'anthropologie, à la race paléontologique, qui, dans le Velay, a été le témoin des dernières éruptions volcaniques, il ne semble pas en être ainsi pour les pièces dont il nous reste à parler. Les pièces font partie de la collection Pichot-Dumazel et ont été trouvées assez longtemps après le bloc du Musée. « Lorsque j'ai acheté ces échantillons, nous apprend M. Pichot, ils étaient encore humides; la dessiccation a amené un retrait, ce qui m'a inspiré des soupçons (1). »

L'étude anatomique de ces os, quoi qu'on en ait dit, paraît confirmer cette suspicion du scrupuleux collectionneur du Puy. M. le Dr Hamy a constaté, en effet, à l'aide des notes que nous lui avions communiquées, que le peu de caractères anatomiques que nous en connaissons se rapporte à une race beaucoup moins ancienne (2).

Ce sont ces pièces qui ont contribué à jeter tant de discrédit sur l'homme fossile de Denise. On peut lire, dans le livre déjà cité de sir Charles Lyell et dans les Actes du Congrès scientifique, le débat auquel ils ont donné lieu. Pour que l'on puisse juger en connaissance de cause, nous étudierons ici les échantillons en litige.

Le troisième bloc, noté C, de 36 centimètres environ, contient un assez grand nombre d'ossements, qui sont :

a. Une partie du crâne comprenant les deux pariétaux, une partie de l'écaille de l'occipital; *b.* un fragment de maxillaire supérieur avec

(1) Congrès scientifique, *loc. cit.*, p. 296.
(2) Communication orale.

cinq dents; *c.* les maxillaires supérieurs avec les os propres du nez, *d.* les deux branches montantes du maxillaire; *e.* la moitié inférieure d'un humérus; *f.* quatre métacarpiens; *i.* la moitié supérieure du cubitus gauche; *j.* un fragment d'astragale; *k.* un os iliaque; *l.* une clavicule; *m.* un radius; *n.* une portion de l'extrémité inférieure d'un péroné.

Tous ces os sont très empâtés dans la gangue; il est, dès lors, impossible de les étudier sérieusement. Les particularités qu'il nous a été permis de noter, sont:

a. Crâne paraissant être dolichocéphale. Largeur approximative, au compas, des deux pariétaux, 128 à 130. Distance, au compas bregmato-iniaque, 145. Sagittale fermée comme 1/2. A la place des trous pariétaux on remarque de légères bosselures. Lambdoïde fermée, bosselures à la rencontre du lambda. Ces circonstances nous permettent d'établir que le sujet avait au moins cinquante ans.

b, c, d. Ouverture des fosses nasales, 17; base, 7. Largeur des os propres du nez, 15, 26. Largeur de l'apophyse montante au niveau du point où la gouttière lacrymo-nasale est de niveau avec le plancher de l'orbite, 14; hauteur du bord alvéolaire au sommet de l'apophyse montante, 67; hauteur du bord alvéolaire au plancher des fosses nasales, 17,5. Fosses canines bien marquées.

Cette dernière circonstance a donné à penser à M. E. Hamy que ces ossements n'appartiennent pas à la race paléontologique, chez laquelle la fosse canine est à peu près nulle.

h. Fémur de 420 millimètres de long.

Il nous reste à parler du bloc D, trouvé en même temps que le précédent, et contenant l'extrémité inférieure du radius gauche et les os de la main. Ce dernier échantillon a contribué à faire accepter comme authentiques les deux blocs de la collection Pichot. « Un anatomiste exercé m'a fait remarquer, écrit M. Lyell, que le paysan, propriétaire de la vigne, et le marchand..... étaient tout à fait incapables de placer dans leurs positions respectives exactes les trente-huit os de la main et des doigts, ou les seize os du carpe, sans faire d'erreur et surtout sans prendre ceux de la main droite pour leurs homologues de la main gauche, admettant d'ailleurs que ces os eussent été apportés de quelque autre endroit, et qu'ils les eussent artificiellement introduits dans un mélange de tuf volcanique et de plâtre de Paris (1). »

L'étude de ces os fort empâtés nous a appris peu de chose. Nous

(1) *Ancienneté de l'homme*, 2e édition, p. 217.

avons pu noter seulement que les impressions musculaires sont faibles et que les ossements paraissent être ceux d'une femme.

De l'étude que nous venons de faire, il ressort clairement, ce nous semble, que, s'il faut écarter les deux blocs dont il vient d'être question, l'on doit admettre l'authenticité des premières découvertes, et que l'homme a été, dans le Velay, témoin des derniers phénomènes volcaniques.

M. E.-T. HAMY.

Contribution à l'étude des lobes cérébraux des primates (1).

(Extrait.)

(Séance du 12 Septembre 1872.)

L'auteur de ce travail avait précédemment étudié chez l'homme l'évolution des lobes cérébraux. Il avait montré que sous une vertèbre frontale relativement plus petite que celle de l'adulte se développait un lobe frontal occupant une étendue encore moindre par rapport à l'os chez l'enfant que chez l'homme fait; que la partie moyenne du lobe était relativement bien moins développée que les circonvolutions situées en arrière du sillon de Rolando et près du bord intérieur de l'hémisphère; que cette évolution incomplète est bien plus sensible sur les parties latérales de ce même lobe, ce qui s'accuse par une obliquité considérable du sillon de Rolando chez l'enfant à terme; enfin que le lobe occipital limité exactement chez l'adulte au sommet de la suture lambdoïde empiète de quelques millimètres sur la vertèbre pariétale, chez les nouveau-nés.

M. Hamy, comparant des cerveaux de jeunes chimpanzés, de jeunes orangs, de jeunes macaques ou de jeunes cynocéphales, avec ceux de sujets plus âgés ou adultes des mêmes espèces, constate que, dans ces deux familles de primates, anthropoïdes et pithéciens, l'évolution des lobes cérébraux obéit aux mêmes lois que chez l'homme. Le lobe frontal gagne, pendant la croissance, en longueur absolue et relative, et le sillon de Rolando se redresse; le lobe pariétal se réduit, mais cette diminution proportionnelle, plus sensible chez les singes que chez l'homme, est plus sensible sur les lobes occipitaux, qui sont repoussés en arrière vers la suture lambdoïde.

(1) Ce Mémoire a été publié *in extenso* dans le *Journal de zoologie expérimentale* de M. Lacaze-Duthiers et dans la *Revue d'anthropologie* de M. le Dr Broca (t. I, 424-431).

M. DOULIOT.

Sur les Stations de l'homme préhistorique dans le département de la Dordogne.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

La vallée de la Vézère, explorée depuis longtemps et par les maîtres de la science, ne cesse de livrer à ceux qui l'interrogent des documents précieux pour l'histoire de l'homme de l'époque quaternaire. Cette région, par le nombre et la variété de ses cavernes et de ses abris sous roches, par l'abondance des restes de l'industrie humaine qu'on y rencontre et les œuvres d'art qu'on en a exhumés, semble attirer exclusivement l'attention des explorateurs. Cependant, non loin de là, d'autres points ont été fouillés avec succès, et d'autres vallées que celle de la Vézère donneraient aussi, dans le même département, si elles étaient étudiées avec le même soin, leur contingent de faits propres à éclairer ou corroborer ceux qui, dès ce jour, semblent acquis à la science. La grotte de Saint-Martin d'Excideuil, par exemple, a fourni à MM. Parrot des pièces très intéressantes. Mais si, en se rendant de Thiviers à Excideuil, on s'arrête à Corgnac, on se trouve dans la vallée de l'Isle, et en descendant le cours de cette rivière, on aperçoit plusieurs cavernes encore inexplorées. J'ai passé deux journées dans l'une d'elles et j'en ai rapporté des os et des dents de plusieurs espèces de Cervidés et de Solipèdes, des os travaillés, une palme de bois de renne, gravée des deux côtés, des fragments de plaques de quartzite et des silex taillés ou usés avec une grande délicatesse. Par ces échantillons je crois pouvoir comparer cette station à celle de Laugerie-Basse. Je me proposais de poursuivre mes recherches dans cette localité, mais ma profession m'a éloigné pour longtemps du département de la Dordogne, et le seul service que mes premières tentatives me permettent de rendre à la science est de faire connaître les sources nouvelles où je comptais puiser.

Je me proposais aussi de parcourir la vallée de la Dordogne et la vallée de la Couze qui me promettaient également une riche moisson. Si, en effet, on remonte le cours de la Dordogne, en partant de Bergerac, la plaine qui s'étend des deux côtés de la rivière autour de cette ville se rétrécit insensiblement sur la rive droite. La route de Bergerac au Bugue l'occupe presque tout entière dans le voisinage de la petite ville de Mouleydier; au delà, elle s'élargit un peu, mais plus haut, en face du point où les eaux de la Couze se jettent dans la Dordogne, la

plaine forme une bande assez étroite, limitée d'un côté par la rivière et de l'autre par des rochers à pic. Les collines de la rive gauche sont encore plus rapprochées de la rivière; un chemin creusé dans le roc permet seul de remonter le cours de la Dordogne de ce côté depuis le confluent de la Couze jusqu'à Lalinde. Entre ces deux points et de chaque côté de la rivière, les escarpements calcaires qui limitent la vallée offrent, à des niveaux différents, des grottes plus ou moins vastes, à ouvertures plus ou moins béantes et qui n'ont pas été explorées au point de vue de l'archéologie.

Le point où se sont bornées mes recherches en ce lieu est situé dans le territoire de la commune de Saint-Sulpice de Lalinde. On y arrive en quittant la route de Bergerac au Bugue, cent mètres environ en avant du pont de Couze. Là se trouve un chemin qu'on est naturellement disposé à prendre pour atteindre la base des escarpements de la rive droite.

Je note en passant que si on continue ce chemin, s'élevant à gauche sur un coteau moins abrupte que l'escarpement qu'on laisse à droite, on ne tarde pas à rencontrer un immense bloc de grès, désigné par les habitants sous le nom de *Tronche* ou *Tronce*. C'est un parallélipipède, considéré comme un menhir par les archéologues du voisinage, mais qui pourrait tout aussi bien être une pierre à polir. Il est couché dans le sens de sa plus grande dimension et forme ainsi une espèce de banc d'un mètre environ de hauteur, sur lequel on aurait pu faire des sacrifices humains, mais sur lequel aussi on aurait pu aisément polir des haches. Une concavité assez étendue qu'on y observe serait peut-être l'effet d'une telle destination. Il serait donc à désirer que ce bloc de grès, dont on ne s'explique pas facilement la présence dans ce lieu d'un accès difficile et dont j'évalue, d'après mes souvenirs, le volume à 3 ou 4 mètres cubes, fût examiné à ce nouveau point de vue.

Si l'on retourne vers l'escarpement que nous avons laissé sur la droite, on se trouve en présence de couches calcaires de la formation crétacée. Elles offrent en ce point une corniche qui devait autrefois se projeter plus loin qu'elle ne le fait aujourd'hui, soit que des éboulements successifs aient été occasionnés par les agents atmosphériques, soit qu'on en ait extrait de la pierre à bâtir.

De nombreux fragments, restes de l'une ou l'autre de ces causes de destruction, sont accumulés en plan incliné à la base de la voûte; un petit sentier sépare ces débris d'un champ cultivé. Ce sentier et ce champ renferment des quantités innombrables de silex. J'y ai ramassé des dents et des os de renne brisés, des fragments de bois de renne, une pierre ovoïde de 4 centimètres de longueur, perforée; des

os travaillés et un millier de silex taillés. Ceux-ci, quoique remués chaque année par la charrue, conservent encore leurs arêtes vives et leurs pointes aiguës. Je renvoie pour en indiquer les principales formes aux planches II, VII, VIII, XV, XVI, du *Reliquiæ Aquitanicæ,* dont toutes les figures ont leurs représentants dans ma collection.

Lorsque j'ai quitté le département de la Dordogne, mes pensées s'étaient portées depuis trop peu de temps sur ce genre d'études pour que la science ait beaucoup à gagner de mes premiers essais. Mais j'estime que des recherches méthodiques, entreprises dans les lieux que je viens d'indiquer, mettraient au jour plusieurs gisements de débris de l'industrie humaine; et, comme le chemin de fer projeté de Bergerac au Buisson va bientôt remuer toute cette localité, je fais des vœux pour que cette source de documents ne reste pas improductive pour l'histoire primitive de l'homme.

Dans le cours de ses séances, la Section d'anthropologie a émis les vœux suivants :

1° Il est à désirer que le Gouvernement prenne les mesures nécessaires pour arrêter la destruction des dolmens;

2° La Section exprime le vœu que la ville de Bordeaux puisse consacrer un budget plus large à la formation et à l'entretien des Musées;

3° La Section d'anthropologie donne son adhésion à la pétition adressée, en 1871, à M. le Ministre de l'instruction publique, par la Société d'histoire naturelle de Toulouse, et relative au rétablissement de l'histoire naturelle dans le programme des baccalauréats.

Ce dernier vœu a reçu également l'approbation de plusieurs autres Sections du Congrès, et il a été adopté en séance générale, le 12 septembre 1872.

12e SECTION.

Sciences médicales.

Président : M. le Dr Bouillaud, membre de l'Institut.
Vice-Président : M. le Dr H. Gintrac, directeur de l'École de médecine de Bordeaux.
Secrétaires : M. le Dr Lande, de Bordeaux.
M. le Dr Dudon, de Bordeaux.

Dr OLLIER,

Chirurgien titulaire de l'Hôtel-Dieu de Lyon.

Sur le mode d'accroissement des os longs.

(Extrait.)

(Séance du 6 Septembre 1872.)

M. le Dr Ollier (de Lyon) fait connaître les résultats de ses nouvelles expériences sur le mode d'accroissement des os longs. La théorie de l'accroissement périphérique qu'il soutient depuis longtemps a été combattue dernièrement par les savants allemands (Wolff, entre autres) partisans de la théorie de l'accroissement interstitiel.

M. Ollier a observé de nouveau, et un grand nombre de fois, que deux clous plantés sur la diaphyse d'un os, à une distance exactement mesurée, sont séparés par le même intervalle, quand on sacrifie l'animal devenu adulte. Sur les très jeunes animaux, il y a parfois un léger écart n'allant jamais au delà du quarantième de la longueur totale de l'os. Ce fait semblerait infirmer la théorie, si l'on ne savait que les os très jeunes et, par conséquent, mous, rentrent dans la loi générale d'accroissement des tissus mous dont le développement est interstitiel.

L'écartement plus considérable des ostéoplastes sur les os adultes a été également objecté à la théorie de l'accroissement périphérique ; mais les recherches de Ranvier ont démontré le peu de fixité de ces éléments, et, par conséquent, leur inutilité dans la question.

Faut-il démontrer, au contraire, le rôle du cartilage de conjugaison dans le développement des os? Qu'on enlève le cartilage, et aussitôt l'accroissement de l'os est, sinon arrêté, au moins fort diminué, tandis que la résection de plusieurs millimètres de la diaphyse n'arrête pas l'accroissement de l'os.

Passant de l'accroissement normal à l'accroissement pathologique des os, M. Ollier rappelle que, dès 1867, il a démontré que l'irritation de la diaphyse d'un os long provoque l'allongement de cet os, tandis que l'irritation du cartilage de conjugaison amène l'arrêt de développement, et cela, non pas nécessairement, par suite d'une soudure plus rapide de l'épiphyse, mais par une simple perturbation dans le travail d'ossification. La clinique confirme ces résultats de l'expérimentation.

Un autre fait, qui a une grande importance pratique, est l'inégalité du rôle des deux cartilages de conjugaison dans le développement des os. L'humérus s'accroît surtout par le cartilage de conjugaison supérieur; le radius et le cubitus, au contraire, par leur cartilage inférieur, de telle sorte que les parties constituantes du coude n'ont qu'une très faible utilité dans le développement général du membre supérieur. L'inverse a lieu pour l'articulation des genoux et les os qui la constituent.

M. Ollier fait ressortir l'importance de ces faits au point de vue des résultats à attendre des résections articulaires pratiquées sur des enfants. Il a signalé, dès 1861, qu'à la suite des résections du coude chez les jeunes sujets le membre supérieur continue à s'accroître, tandis que le membre inférieur ne grandit presque plus à la suite de la résection du genou. La difformité qui résulte de ce ralentissement du développement s'exagère de plus en plus, à mesure que le membre congénère prend son accroissement normal.

Après des résections, on observe quelquefois, de même qu'après certaines lésions inflammatoires, un accroissement en longueur de l'os situé au-dessus ou au-dessous. Cet allongement ne s'accompagne pas d'hypertrophie de l'os; celui-ci devient, au contraire, plus léger, d'où le nom d'*allongement atrophique* sous lequel M. Ollier désigne cet accroissement.

M. Ollier explique cette anomalie par la diminution de la pression que les os exercent les uns sur les autres. La diminution de cette pression amène, en effet, un allongement atrophique, ainsi qu'il est facile de l'observer sur les os d'un membre paralysé, à condition de ne pas attendre l'atrophie générale qui succède bientôt à l'inertie fonctionnelle du membre.

Dr RELIQUET.

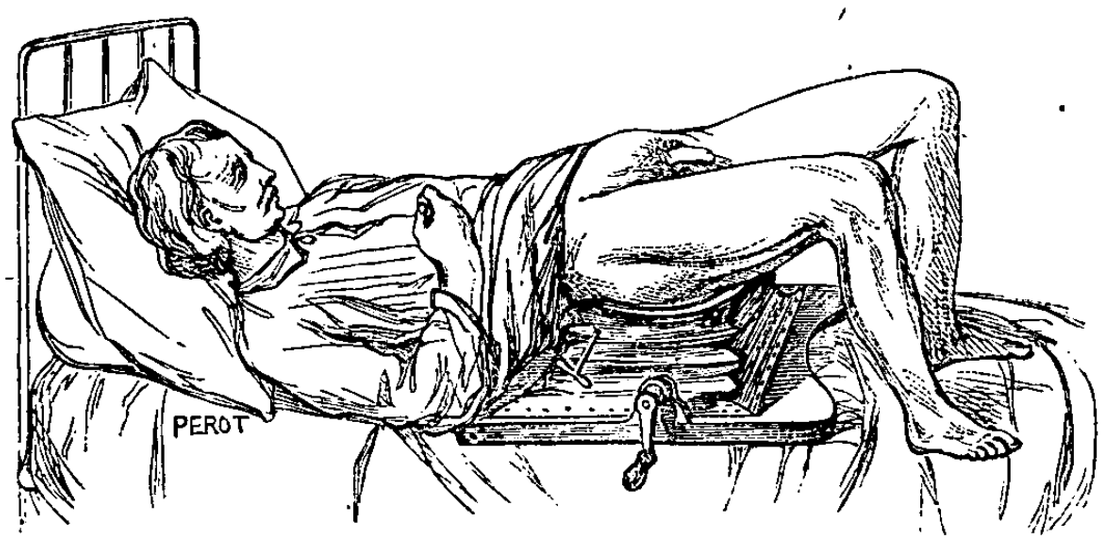
Sur la lithotritie.

(Séance du 6 Septembre 1872.)

Arriver dans une séance courte, et par des manœuvres aussi peu irritantes que possible, à retirer de la vessie beaucoup de pierre, est certainement le but que se proposent tous les chirurgiens qui pratiquent la lithotritie. C'est pour atteindre ce résultat que nous avons fait faire, par M. Collin, l'appareil pour la lithotritie et le brise-pierre qui font l'objet de cette communication.

Appareil pour la lithotritie.

L'appareil pour la lithotritie, dont je reconnus bientôt l'utilité considérable dans l'examen de la vessie au point de vue de la pierre, n'est autre chose qu'un siége, qui, au moyen de mécanismes puissants et faciles à mettre en jeu, s'élève ou s'abaisse, s'incline à droite ou à gauche, selon la volonté de l'opérateur. A tous ses degrés d'élévation ou d'inclinaison le siége est fixe. Et à tous les degrés d'élévation du siége on peut lui imprimer les inclinaisons latérales. Enfin, tous ces déplacements sont imprimés au bassin du sujet par le chirurgien qui opère. Car, tenant de la main droite le lithotribe qui est dans la vessie, il a juste à la portée de sa main gauche la manivelle d'élévation ou d'abaissement, et la poignée d'inclinaisons latérales. *(Fig. 17.)*



(Fig. 17.)

Comme vous le savez, Messieurs, en élevant le bassin du sujet, on recule de plus en plus en arrière le point le plus déclive de la vessie vers la paroi postérieure et le sommet de cette poche. En inclinant latéralement à droite ou à gauche le bassin, on déplace à droite ou à gauche ce point le plus déclive de la vessie. Par la combinaison de ces deux mouvements, le chirurgien peut toujours faire que ce point le plus déclive de la vessie se confonde avec le point de la paroi postérieure de cette poche, que touche le talon du lithotribe quand cet instrument est poussé directement dans l'urètre. Et cela, le chirurgien le peut, même pendant la séance de lithotritie : soit que la vessie supporte moins de liquide qu'aux injections précédentes, soit qu'elle chasse une partie du liquide qu'elle contient par dessus le lithotribe.

Ainsi, le chirurgien peut toujours maintenir le sujet dans cette position propre à la lithotritie, sur laquelle nous insistons dans notre livre. (*Traité des opérations des voies urinaires*, pages 465 et suivantes.)

Le mouvement d'élévation du bassin ne peut pas être brusque; il

est toujours d'une graduation continue. Celui des inclinaisons latérales peut être lent, ou rapide et brusque à volonté. Ainsi, par ce dernier on peut imprimer au bassin une véritable secousse transversale plus ou moins forte, qui déplace la pierre ou ses fragments retenus en dehors du point déclive de la vessie par une colonne vésicale, ou qui, reposant sur une de leurs faces planes, ne se déplacent pas à la moindre dépression de la paroi vésicale.

En résumé, avec cet appareil on obtient ceci : le lithotribe étant ouvert dans la vessie, on fait tomber la pierre ou ses fragments dans le bec femelle qui est appliqué contre la paroi vésicale postérieure, au lieu d'aller avec les becs comme avec les mors d'une pince, saisir la pierre ou ses fragments là où ils sont. ce qui est toujours une manœuvre délicate.

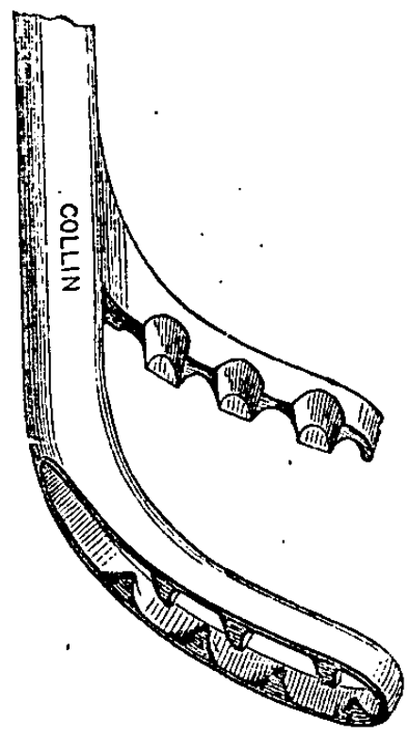
Ce résultat, que le baron Heurteloup a obtenu avec son lit si volumineux et tout à fait intransportable, je l'ai avec cet appareil qui. peu volumineux et transportable, peut se mettre sur tous les lits.

Cette possibilité d'élever plus ou moins le bassin, et par conséquent d'augmenter ou de diminuer l'inclinaison du tronc en arrière, et celle d'imprimer au bassin ces mouvements lents ou brusques d'inclinaisons latérales, sont tout à fait indiqués dans l'examen de la vessie et la recherche de la pierre. C'est grâce à eux et par conséquent à notre appareil que nous avons trouvé des petites pierres uniques, cause des souffrances des malades, dans des vessies où on n'avait rien trouvé. Nous devons ajouter que nous faisons toujours l'examen de la vessie, au point de vue de la recherche de la pierre, avec un lithotribe explorateur à bec plat. Et, dans chacune des positions différentes où nous mettons le sujet avec notre appareil, nous faisons une manœuvre de préhension, c'est-à-dire la première manœuvre décrite dans notre livre. Ainsi nous saisissons la pierre que nous cherchons. Cette méthode d'exploration plus complète est plus certaine que celle qui consiste à ne se servir que de la sonde coudée ordinaire; même lorsque le malade est sur notre appareil. Car, si la pierre est petite et peu compacte, le frottement ou le choc de la sonde ordinaire sur elle est trop fugace pour que la main perçoive les sensations spéciales qui indiquent la présence d'un corps calcaire.

Brise-pierre.

En étudiant comment les pierres ou les fragments sont cassés par le lithotribe porte-à-faux, nous avons reconnu que cet instrument à deux actions successives. Dans la première : des morceaux de pierre tombent de chaque côté des becs; dans la seconde : la section de pierre, qui reste tenue entre les deux becs, est poussée dans et au-

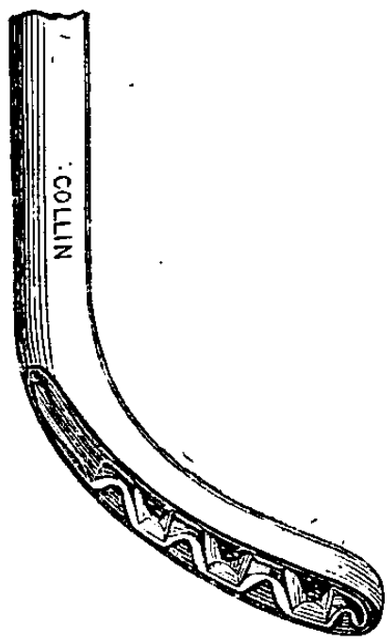
delà de la grande fenêtre rectangulaire du bec femelle par le bec mâle. Ceci connu, nous avons fait faire par M. Collin l'instrument que nous avons l'honneur de vous présenter. Son bec femelle, largement fenêtré, a le diamètre transversal d'un grand bec plat. Dans sa large fenêtre sont des dents transversales et alternes, qui, fixées à la face interne de la fenêtre par une solide base, ont en arrière une face triangulaire lisse, dont la pointe est rebroussée en haut vers l'intérieur du bec ; leurs faces antérieures sont en dos d'âne. *(Fig. 18.)* Ces



(Fig. 18, bec ouvert.)

dents sont assez longues pour s'entre-croiser légèrement sur la ligne médiane.

Le bec mâle est celui du porte-à-faux, sauf qu'il est plus large, et que les échancrures qui séparent ses dents sont plus profondes. Il en résulte que, l'instrument étant complètement fermé, les dents internes du bec femelle se logent dans et s'appliquent contre les



(Fig. 19, bec fermé.)

échancrures du bec mâle ; de plus, les arêtes vives des dents du bec

mâle dépassent la face postérieure des dents internes du bec femelle. (*Fig. 19.*) En résumé, les dents du bec mâle et celles du bec femelle s'enchevêtrent complètement. C'est grâce à cette disposition que les becs de cet instrument ne s'engorgent jamais.

Cette saillie des dents du bec mâle au delà de la face postérieure du bec femelle, l'instrument étant complètement fermé, nécessite une petite virole placée sur la tige mâle au delà de l'extrémité externe de la tige femelle. Au moyen de cette petite virole qui se meut sur un pas-de-vis, on limite à volonté le degré d'engagement des dents du bec mâle dans le bec femelle. C'est ainsi qu'on tient cachées dans le bec femelle les dents du bec mâle pendant le passage de l'instrument dans l'urètre.

La prise de la pierre ou des fragments est facile avec ce brise-pierre, en raison de la largeur de son bec femelle qui les retient bien.

A chaque prise l'action de cet instrument est double, exactement comme avec le porte-à-faux. D'abord les fragments latéraux se détachent et tombent de chaque côté. Puis la masse de pierre qui reste entre les becs, est poussée par le bec mâle dans la large fenêtre du bec femelle, où elle est tout entière divisée par les dents internes de ce bec, en fragments qui, tous assez petits pour sortir par la sonde évacuatrice, tombent au delà de l'instrument. Ainsi, les becs se vidant à toutes les fois qu'on les rapproche complètement, ce brise-pierre ne peut pas s'engorger, et à chaque prise son action est complète.

Le pignon et la percussion sont les deux mécanismes qui se combinent le mieux avec ces becs.

Messieurs, ces deux instruments :

1° L'appareil, en permettant un examen plus complet de la vessie au point de vue de la pierre, et en rendant moins irritantes les prises de la pierre ou des fragments pendant la séance de lithotritie ;

2° Le brise-pierre, grâce à son action broyante plus considérable que tous les autres lithotribes, et à ce qu'il ne s'engorge jamais, *constituent pour moi, en raison des résultats qu'ils m'ont donnés, un véritable progrès pratique*. Aussi ai-je voulu vous les présenter et les soumettre à votre appréciation.

Dr L. PAPILLAUD,

Membre de la Société des belles-lettres, sciences et arts de Saintes, Membre correspondant de l'Académie royale des sciences de Lisbonne.

De la variole, de la vaccine et de l'inoculation (1).

(Séance du 6 Septembre 1872.)

Le meilleur remède à opposer à la variole est la variole elle-même.

La variole a fait dans ces derniers temps des ravages auxquels on ne pouvait s'attendre d'après la foi qu'on avait dans l'immunité vaccinale. La maladie a pris le caractère épidémique, c'est-à-dire infectieux, et, devant cette puissance infectieuse, la vaccine, préservatif efficace contre la variole ordinaire, s'est trouvée insuffisante. On comprend, du reste, que le préservatif ne pouvant posséder qu'une vertu relative, limitée et tendant continuellement à s'atténuer par l'effet du temps, n'a à opposer qu'une force décroissante à une autre force, celle de la maladie, laquelle, par le fait de ce qu'on appelle le *génie épidémique,* est susceptible de s'accroître dans une proportion considérable et dans une mesure qu'on ne peut déterminer. Dans ces conditions, la puissance préservatrice et conservatrice est dépassée par la puissance infectieuse et délétère, et l'immunité cesse d'exister, C'est en vain qu'on cherche à restaurer, par des revaccinations consécutives, la vertu prophylaxique (2) d'une première vaccination, cette vertu, même à son plus haut degré, étant inférieure à la force envahissante que la variole est susceptible d'acquérir, ne peut constituer pour l'organisme menacé qu'une protection incomplète, précaire et incertaine, dont le niveau peut, d'un moment à l'autre, être dépassé par la tension épidémique.

L'insuffisance de la vaccine pour nous préserver de la variole étant malheureusement un fait acquis et incontestable, et la vertu de la revaccination devenant par cela même douteuse et incertaine, il y a donc lieu de chercher soit à remplacer, soit à corroborer ce moyen de prophylaxie. Selon nous, c'est par la variole elle-même qu'on peut atteindre ce but.

En effet, cette maladie est le remède le plus efficace à opposer à elle-même; nous le savons par l'inoculation qui servait de préservatif

(1) Mémoire couronné par la Société médico-chirurgicale de Liége. (1er prix : médaille d'honneur en or; concours de 1871.)

(2) C'est avec intention que nous écrivons *prophylaxique* et non *prophylactique.*

autrefois et qu'on a trop oubliée depuis la vaccine. Toutefois, les innovations ont besoin, pour leur succès, d'être aidées par la dépréciation des choses qui avaient cours avant elles; la vaccine n'a point échappé à cette condition des conceptions de l'esprit humain, et elle pouvait d'autant moins l'éviter qu'elle présentait, sur l'inoculation variolique, plusieurs avantages apparents. L'inoculation variolique causait deux éruptions, l'une primitive et locale, l'autre secondaire et générale; l'invasion de ces deux éruptions, celle de la deuxième surtout, était accompagnée de fièvre plus ou moins intense et de quelques autres symptômes qui pouvaient paraître mettre en péril la vie des malades, tandis que la vaccine, avec son invasion et sa marche le plus souvent apyrétiques, semblait apporter une préservation qu'on disait égale et même supérieure presque sans imposer ni souffrances ni périls. Elle devait donc être nécessairement préférée, du moment surtout qu'il s'agissait d'appliquer l'une ou l'autre de ces deux méthodes sur de très jeunes enfants, presque sur des nouveaunés, sur des êtres enfin dont la faiblesse est le trait dominant et pour lesquels on redoute la douleur et le danger avec toutes les exagérations de la compassion et de la tendresse.

Mais l'exagération dans l'amour paternel n'existe pas seulement pour les enfants qui sont la chair de notre chair et les os de nos os, elle existe aussi pour les découvertes dues à notre intelligence. A ce titre, la vaccine a peut-être été quelque peu traitée en enfant gâté par celui qui en fut le père, et puis, après lui, par les autres parents adoptifs qui continuèrent la paternité de l'inventeur.

Jenner, après une courte expérience de quelques années seulement, déclarait la vaccine invariable et éternelle comme l'herbe des champs, et ses successeurs, jusques et y compris les vaccinateurs de notre époque, ont encore renchéri sur lui en témoignage d'absolue confiance et de mystique vénération; on a même trouvé à propos de calomnier un peu l'inoculation et de l'accuser d'avoir causé parfois la mort des victimes qu'elle était distinée à arracher à la variole. Cependant le Dr Bousquet, qu'on doit citer comme une autorité imposante et qui ne peut être suspecté de partialité en faveur de l'inoculation, déclarait en pleine séance académique que l'inoculation ne faisait pas plus mourir autrefois que la vaccine ne le fait actuellement, et que ce n'était que pour aider au succès de cette dernière venue qu'on avait ainsi assombri, en la chargeant de quelques méfaits, l'histoire de sa sœur aînée.

Quoi qu'il en soit, la vaccine a pris si complètement la place de l'inoculation que celle-ci n'est plus en médecine et parmi nous qu'à l'état de souvenir. Quelques tentatives de réhabilitation essayées par

nous, il y a quinze ou vingt ans, sont restées sans écho, et de nouveaux essais dans la même voie, tentés plus récemment par l'honorable Dr Depaul, paraissent avoir été abandonnés par cet éminent médecin sans avoir rallié d'autres partisans.

Cependant l'état de choses actuel, en fait de prophylaxie contre-variolique, est loin d'être satisfaisant. On sait, d'après des faits qui n'ont été que trop multipliés, que la vaccination est insuffisante et que la revaccination n'est qu'un complément incertain qui ne peut que renouveler pour un temps limité la durée de la préservation vaccinale sans augmenter le degré de celle-ci. Il est même dans l'ordre physiologique et pathologique que le résultat prophylaxique d'une seconde vaccination soit de beaucoup inférieur à l'effet d'une première, et qu'il n'ait de vertu que parce qu'il s'ajoute à un effet antérieur; et enfin cette vertu ne peut qu'aller en diminuant à mesure que les vaccinations se multiplient. Ces compléments de préservation convenablement espacés dans le cours de la vie pourraient être suffisants, si l'intensité épidémique de la variole était limitée à un certain degré et pourvu que ce degré ne fût pas supérieur à la résistance que procure la vaccine. Malheureusement il n'en est pas ainsi; la tension épidémique de la variole est très variable, elle peut s'accroître par la multiplicité et par l'intensité des foyers d'infection et dépasser de beaucoup la barrière que lui oppose la préservation vaccinale même rajeunie par des revaccinations multiples.

De plus, l'aptitude de l'organisme envers la vaccine est limitée; quelquefois elle s'éteint définitivement après une première insertion; dans un plus grand nombre de cas, elle renaît après un délai plus ou moins long, mais il est exceptionnel qu'elle se produise une troisième et une quatrième fois. Et cette inaptitude pour la vaccine est loin de constituer une inaptitude pour la variole, nous en avons acquis la preuve par l'étude des cas que nous avons observés et par notre expérimentation de l'inoculation pratiquée sur des sujets vaccinés et revaccinés.

Dès 1847, pendant que nous exercions la médecine dans un des pays de l'Amérique du Sud, où sévissaient de nombreuses épidémies varioliques contre lesquelles le vaccin faisait souvent défaut, nous avions pratiqué un grand nombre de fois l'inoculation primitive sur des sujets exposés à la contagion et qui furent ainsi préservés au prix d'une variole artificielle sans qu'aucun d'eux eût paru courir de danger sérieux. Nous eûmes l'idée de la pratiquer aussi sur des sujets antérieurement vaccinés qui, eux-mêmes, n'échappaient pas toujours à l'influence épidémique. Toutes ces inoculations, tant primitives que post-vaccinales, furent suivies de préservation pour tous ceux

qui les avaient subies, tandis que les épidémies atteignaient non seulement les individus non vaccinés, mais aussi, quoique plus rarement, quelques-uns de ceux qui portaient les marques d'une éruption vaccinale régulière.

Mais ces faits étaient en petit nombre et ils ne pouvaient faire loi; ils nous avaient cependant assez profondément impressionné pour nous laisser le désir de leur adjoindre des observations nouvelles, afin d'établir définitivement notre jugement sur ce point. L'épidémie variolique qui, de 1870 à 1871, a sévi sur la France entière, nous a fourni l'occasion de reprendre nos expérimentations, et ce sont les résultats que nous avons obtenus de l'inoculation variolique que nous appelons *post-vaccinale,* qui font le sujet de ce Mémoire.

Notre travail sera divisé en trois parties : la première comprèndra le résumé des observations des cas de variole qui ont été traités par nous (1); la deuxième présentera l'histoire des inoculations que nous avons pratiquées; dans la troisième nous chercherons à établir quelques comparaisons entre les résultats des revaccinations et ceux des inoculations post-vaccinales.

I. — *Résumé statistique des observations.*

Sur les quatre-vingt-treize cas que nous avons eu l'occasion d'observer en détail, nous avons compté treize décès, ce qui donne une proportion d'un peu moins d'un sur sept. On sait que cette mortalité d'un septième est la proportion habituelle de la variole ordinaire, mais la variole épidémique de 1870-1871 a été tout à fait anormale et exceptionnelle par sa gravité; elle a causé, en général, une mortalité qui a varié d'un tiers à un cinquième. La proportion d'un septième, et même de moins d'un septième, doit donc être considérée comme favorable, et nous n'hésitons pas à attribuer cet heureux résultat à l'inoculation post-vaccinale qui, en arrêtant la transmission épidémique dans les familles, y a diminué l'intensité des foyers infectieux et nous a épargné ainsi un grand nombre de cas qui auraient été mortels.

Sur le total des quatre-vingt-treize cas que nous venons d'indiquer, et sur les treize décès dont ils sont chargés, nous notons huit varioles hémorrhagiques qui, toutes, ont été mortelles. Nous ne rangeons pas parmi les varioles hémorrhagiques quelques cas dans lesquels il y a eu des épistaxis quelquefois légères et quelquefois abondantes, mais sans suffusions sanguines sous la peau ou sous le tissu même de la peau, ou sans la teinte ardoisée caractéristique qui envahit les pus-

(1) Pour le détail des observations, voir le Mémoire *in-extenso* qui a été publié à Liége en 1872.

tules dans ces conditions si graves, et qui a fait donner la qualification de charbonneuses aux varioles qui présentent cette coloration.

Nos quatre-vingt-treize observations se décomposent comme suit :

Varioles graves	26
— moyennes	20
— bénignes	23
Varioloïdes —	14
Cas dans lesquels la variole n'est pas parvenue à l'éruption pustuleuse	4
Cas dans lesquels l'éruption variolique n'a été que partielle et accessoire	6
	93

Nous avons observé neuf cas de variole avec rash, dont cinq avec rash scarlatineux, lesquels ont fourni un contingent d'un pour la mortalité et quatre avec rash papuleux, lesquels ont été exempts de mortalité; enfin, nous avons vu trois cas de rash papuleux sans variole et complètement dépourvus de gravité. La coïncidence du rash ne nous a donc pas paru être, pour nos malades, une circonstance défavorable.

Parmi nos varioleux, nous avons noté : 1° sept sujets non vaccinés, et qui ont payé à la mortalité un tribut de plus de moitié; 2° cinq sujets qui avaient eu une variole antérieure qui datait ordinairement d'un temps très éloigné; ce groupe n'a pas été atteint par la mortalité. Nous croyons n'avoir rencontré, parmi nos malades, qu'un seul individu qui avait été réfractaire à la vaccination plusieurs fois répétée et qui avait été atteint d'une varioloïde sans gravité.

Enfin, nous avons vu la variole atteindre quelques sujets qui avaient été revaccinés, mais chez lesquels la revaccination n'avait pas été suivie de succès. Cet insuccès avait pu dépendre, soit de la mauvaise qualité du vaccin employé, soit d'une inaptitude relative des individus revaccinés; mais nous devons tenir compte de ce fait, que l'inaptitude pour la vaccine n'avait pas empêché l'aptitude pour la variole.

Considérations sur le traitement.

Le traitement que nous avons opposé à la variole a consisté en vomitifs au début, et plus tard en sédatifs, en sudorifiques et en antipyrétiques pendant les périodes d'invasion et d'éruption et même pendant celles de suppuration et de dessiccation, lorsque ces dernières périodes étaient accompagnées de fièvre secondaire.

Comme médicament spécial, nous avons essayé l'acide phénique, qui a été préconisé dans ces derniers temps à cause de ses qualités

antiseptiques, et que nous avons employé tant à l'intérieur que comme topique. Enfin, il nous est arrivé quelquefois, lorsque nous n'avions pu obtenir la sédation par les médicaments ordinaires, tels que l'opium et la digitale, d'avoir recours au chloral, lequel nous a constamment réussi pour amener le calme et le sommeil, et auquel nous croyons devoir la vie d'une de nos malades qui paraissait près de succomber à l'épuisement causé par la douleur, la fièvre, le délire et l'insomnie.

Le vomitif par lequel nous débutions consistait en une potion simple ou gommeuse contenant 1 gramme d'ipécacuanha et 10 centigrammes de tartre stibié, et que nous faisions prendre en quatre fois, le matin à jeun, de demi-heure en demi-heure. Nous avons presque constamment observé, après ce remède, un notable abaissement du mouvement fébrile et de la chaleur cutanée, une amélioration des troubles gastriques, et la diminution ou même la cessation de la céphalorachialgie. Après cet émétique, la soif devenait moins intense, la bouche moins pâteuse et moins amère, l'état morbide semblait subir une détente manifeste et l'éruption paraissait s'opérer avec plus de facilité.

Dans les premiers temps de l'épidémie, lorsque les cas nous paraissaient graves, nous faisions prendre à nos malades, pendant les périodes d'éruption et de suppuration, une potion à l'acide phénique, et, de plus, nous faisions faire des onctions phéniquées sur la face, lorsque cette région était le siége d'un gonflement inquiétant. L'action de ces médicaments ne nous a pas paru très évidente, nous avons néanmoins persisté souvent dans leur emploi, persuadé que nous étions que l'application d'un désinfectant aussi puissant que l'acide phénique, ne pouvait manquer de produire quelques bons effets dans une maladie essentiellement infectieuse dans son principe et dans ses conséquences. L'acide phénique neutralisait, en effet, du moins en apparence, la fétidité de l'haleine des malades et les émanations infectes de leurs pustules en suppuration. Du reste, les sujets soumis à cette médication disaient ressentir une sensation générale de fraîcheur et une certaine tendance au sommeil. Cette sensation profonde de fraîcheur et cette disposition pour le sommeil sont certainement des modifications salutaires dans une maladie qui fait éprouver, à ceux qui en sont atteints, les angoisses d'une chaleur insupportable et d'une insomnie persistante. Nous avons employé l'acide phénique à l'intérieur, à des doses qui ont varié de 25 centigrammes à 1 gramme dans une potion de 150 grammes, et nous le faisions mettre dans la proportion d'un dixième dans les pommades destinées à l'usage externe.

Mais, dans la plupart des cas, les effets sédatifs des préparations phéniquées étaient loin d'être suffisants, et il fallait avoir recours à des agents plus puissants pour obtenir un peu d'apaisement et de calme. C'étaient alors l'opium et la digitale unis qui nous réussissaient le mieux. L'opium procurait le sommeil et favorisait la diaphorèse, la digitale déterminait un certain degré de défervescence, c'est-à-dire une diminution du mouvement fébrile et un abaissement de la température du corps. Ces deux derniers phénomènes se trouvaient intimement unis à ceux qui étaient produits par l'opium, c'est-à-dire au sommeil et à la transpiration. L'opium et la digitale associés sont les médicaments qui nous ont rendu le plus de services dans le traitement de la variole, le premier à la dose de 5 à 10 centigrammes, le deuxième à la dose de 40 à 50 centigrammes par jour. Nous avons aussi, pour pourvoir à des indications analogues et sur la recommandation qui en a été faite par le Dr Beaufort, employé le bromure de potassium joint à l'opium, mais nous n'avons pas reconnu à ce mélange la même efficacité qu'à celui de digitale et d'opium.

Nous avons rencontré cependant des cas réfractaires aux narcotiques et aux sédatifs et dans lesquels nous n'avons pu vaincre l'agitation et l'insomnie qu'au moyen de l'action anesthésique du chloral. Nous nous rappelons entre autres une jeune femme couverte d'une éruption des plus confluentes avec tuméfaction énorme de la tête, en proie à une agitation, à un délire et à une insomnie incoercibles, et sur laquelle l'opium et la digitale avaient fini par ne plus exercer aucune action appréciable. Cette malade était épuisée par la souffrance, l'inanition et le manque de sommeil, et elle paraissait sous le coup d'une mort imminente. Le chloral, à la dose de 2 à 4 grammes, calma immédiatement ses douleurs, lui procura un repos réparateur, et, à partir de ce moment, elle entra dans une période d'amélioration qui devint définitive. Nous demeurons intimement persuadé que cette malade a été sauvée par le chloral.

Nous avons encore employé ce médicament sur plusieurs autres sujets en proie à de graves accidents de délire et d'agitation et dont la plus grande proportion a succombé, mais l'influence du chloral a constamment été bienfaisante en procurant un calme relatif que les narcotiques n'avaient pu donner et en apaisant les souffrances et les angoisses des derniers moments. Les doses du chloral, dissous dans du sirop, ont varié entre nos mains de 2 à 6 grammes.

Dans la pyrexie qui accompagne l'invasion et qui, pour les cas graves, se prolonge pendant les périodes de suppuration et même de dessiccation, on est souvent tenté, à tort ou à raison, d'employer les

anti-pyrétiques et même les anti-périodiques, soit à la sollicitation des malades, soit en suivant sa propre inspiration. Il peut arriver qu'on applique cette médication soit au début de la maladie, avant que sa nature soit parfaitement connue, soit pendant son cours, lorsque le mouvement fébrile ne paraît pas être en rapport avec l'éruption, soit pendant ou après l'époque de dessiccation, lorsqu'il existe encore des accès fébriles irréguliers présentant cependant une certaine périodicité.

Le sulfate de quinine, qui a été préconisé aussi contre la maladie qui nous occupe, non seulement comme anti-pyrétique et anti-périodique, mais même comme anti-variolique, ne nous a donné aucun bon résultat. Ce remède n'a jamais pu couper la fièvre dans la variole comme il le fait dans les pyrexies intermittentes, et il ne nous a paru exercer aucune influence favorable sur l'évolution de l'affection. Du reste, pendant les périodes d'invasion, l'éruption et la suppuration, la fièvre ne peut être supprimée même momentanément, elle peut tout au plus être atténuée par le ralentissement de la circulation et l'abaissement de la température; or, c'est principalement au moyen de la digitale que ces deux effets peuvent être obtenus.

Il n'en est plus de même pendant ou après la période de dessiccation; quand la fièvre persiste alors, elle a des intermittences ou des rémittences irrégulières qui semblent présenter l'indication des anti-périodiques; et cependant, dans ces circonstances, la quinine a échoué entre nos mains, et c'est un autre anti-périodique, l'arsenic, qui nous a donné de meilleurs résultats. Nous faisions commencer par la dose d'un centigramme par jour et nous faisions augmenter chaque jour d'un centigramme jusqu'à arriver à cinq; une fois parvenu à ce nombre, nous faisions diminuer d'un centigramme par jour jusqu'à revenir à la dose primitive. Ce remède n'interrompait pas immédiatement la série des fluctuations fébriles, mais il paraissait user graduellement l'état pyrétique dans l'espace de quatre à huit jours, et en outre son action reconstituante aidait à la convalescence par l'excitation de l'appétit et le retour des forces qui en était la conséquence. Nous avons trouvé plusieurs fois l'indication de lui adjoindre le fer ou le quinquina dans le but d'arriver plus vite et plus sûrement à restaurer et à corroborer nos convalescents.

En résumé, le traitement qui nous a paru produire les meilleurs effets dans la variole a consisté : 1° en un vomitif au début comme agent perturbateur et anti-pyrétique; 2° plus tard en un mélange d'opium et de digitale réunissant les propriétés propres à produire un certain degré de narcotisme, de diaphorèse et de sédation de la circulation. Les mélanges de poudre de digitale et de Dower ou du

sirop diacode et du sirop de digitale nous ont paru les préparations les mieux appropriées pour remplir cette indication. Après une expérimentation prolongée, nous avons fini par accorder la préférence au mélange sirupeux qui est plus agréable à prendre et mieux toléré; 3° en préparations phéniquées à l'intérieur et à l'extérieur pour remplir autant que possible l'indication de la désinfection tant sur le malade lui-même que pour ceux qui l'approchent; 4° enfin la médication anesthésique représentée par le chloral, lorsqu'il y avait urgence à faire cesser l'agitation, le délire et l'insomnie qui mettaient en péril la vie du malade, ou même lorsqu'il ne restait plus qu'un suprême service à rendre à des mourants en leur procurant l'apaisement de leurs souffrances finales et le calme de leurs derniers moments.

Pour ce qui était du régime, nous permettions et même nous recommandions l'alimentation dans la mesure de l'appétence des malades, avec le vin et le café comme adjuvants.

Un préjugé généralement répandu dans les campagnes consiste à considérer comme très nuisible aux varioleux l'usage des boissons froides et surtout de l'eau pure; il en résulte que ces infortunés malades se trouvent condamnés à ne s'abreuver que de liquides chauds qui ne les désaltèrent pas, et que souvent ils préfèrent renoncer à boire plutôt que d'ingérer des breuvages dont la température exaspère leur soif au lieu de la calmer. Nous n'avons jamais partagé ces idées et nous avons en toutes circonstances permis à nos varioleux de boire, à la température qui leur plaisait, soit des tisanes, soit des limonades acides ou gazeuses, soit de l'eau simple ou naturelle. Nous n'avons jamais eu à nous repentir de cette tolérance et nous avons vu, au contraire, nos fébricitants varioleux allégés d'une de leurs souffrances les plus intolérables, celle de la soif non satisfaite. Pour la dernière série de nos malades, nous avions fini par adopter la limonade gazeuse qui, tout en apaisant la soif, mieux que n'importe quelle autre boisson, avait l'avantage de calmer les vomissements de la période initiale et de tonifier légèrement les fonctions digestives.

Il existe encore un autre préjugé relatif au degré de chaleur auquel il est convenable d'assujétir les varioleux pour favoriser la sortie de leur éruption; ordinairement on les surcharge d'épaisses couvertures, on tient leur lit enveloppé de rideaux et on évite de laisser ouvertes les portes et les fenêtres de leurs chambres. Nous sommes aussi opposé à ces exagérations traditionnelles pour la température qui doit environner les malades qu'à celles qui ont cours pour la température de leurs boissons. Les sujets atteints de variole ne doivent être couverts dans leur lit que conformément aux habi-

tudes qu'ils avaient pendant leur état de santé, et l'atmosphère de leur chambre doit être ventilée et renouvelée le plus souvent possible. Nous croyons qu'on a beaucoup exagéré le danger de l'air frais ou froid pour les malades qui sont sous le coup d'une fièvre éruptive, car nous avons vu de nombreux exemples de sujets qui, à une époque quelconque de l'éruption, se sont promenés à l'air libre, et par des nuits relativement froides, dans un état de nudité presque complète ou qui se sont plongés dans l'eau courante, ou qui encore ont bu avec excès de l'eau froide qu'on leur avait jusqu'alors refusée, sans qu'il en soit résulté aucune aggravation de leur maladie. Quelques-uns de ces imprudents ont guéri, d'autres ont succombé, mais lorsque cette terminaison funeste a eu lieu, l'examen attentif des faits et de leurs circonstances n'a pas permis de les mettre sur le compte de l'impression produite par le froid.

Le régime se résume donc, à notre avis, en une alimentation substantielle et légère, proportionnée à l'appétence et appropriée au goût des malades, en boissons données en abondance et à la température qui plaît le mieux à celui qui doit les prendre; en toniques, tels que le café, le vin, et même l'eau-de-vie diluée dans une forte proportion d'eau. Enfin nous avons fait consister les soins hygiéniques dans le maintien d'une température moyenne autour des varioleux, dans les mesures de propreté, le changement fréquent de linge, l'usage des topiques désinfectants et en résumé dans tous les soins dont le but doit être, dans la mesure du possible, le soulagement de ceux qui souffrent et la préservation de ceux qui les entourent.

II. — *Considérations sur les inoculations post-vaccinales.*

Une première série de nos inoculations post-vaccinales comprend 84 inoculations pratiquées en prenant le virus sur des varioleux; sur ces 84 cas, nous avons eu 63 succès et 19 insuccès, et il existe 2 cas dont les résultats nous sont restés inconnus. Sur les 63 sujets inoculés avec succès, 54 n'ont eu qu'une éruption locale seulement, et 9 ont eu, en outre de l'éruption primitive et locale, une éruption secondaire et généralisée. Ces éruptions secondaires et généralisées comptaient à peine de dix à vingt pustules répandues sur toute la surface du corps, mais elles avaient été précédées, pendant deux ou trois jours, par un état de malaise, de la fièvre plus ou moins intense, de la céphalorachialgie, des sueurs et en général par la plupart des symptômes qui accompagnent l'invasion variolique. Parmi les sujets dont l'inoculation a été suivie de résultat, nous avons remarqué dix personnes qui avaient été revaccinées avec succès dans l'année même

ou tout au plus dans l'année précédente et quelques-unes un mois ou deux seulement avant l'inoculation.

Une deuxième série comprend un nombre de trois cents inoculations environ, pratiquées avec des pustules varioliques de deuxième, troisième et quatrième génération, c'est-à-dire avec du virus qui avait été inoculé et s'était reproduit une, deux, trois et quatre fois après avoir été puisé primitivement sur un sujet varioleux.

Il ne nous a pas été possible de suivre un à un les résultats de toutes ces inoculations, mais ce que nous en avons observé nous a appris qu'elles avaient été faites avec succès dans une proportion variant des deux tiers aux trois quarts des cas et que parmi les sujets inoculés avec résultat, il s'en trouvait à peu près un sur huit ou dix qui avait été affecté d'éruption secondaire généralisée. Ces résultats constatés dans la seconde série concordent parfaitement avec ceux que nous avons notés dans la première. Les effets du virus variolique se sont donc montrés toujours les mêmes, soit qu'il eût été puisé parmi les innombrables pustules d'une variole confluente ou sur l'une des quelques pustules provenant d'une insertion artificielle.

Plus de cent cinquante autres inoculations ont été faites à peu près simultanément avec les nôtres, et au milieu de circonstances tout à fait pareilles, au moyen de virus provenant de nos propres insertions. Ces inoculations furent pratiquées par une sage-femme qui dépassa, sans s'en rendre compte, notre programme d'inoculation exclusivement post-vaccinale et qui inséra le virus variolique sur le bras d'enfants non encore vaccinés. Il s'en suivit pour ces jeunes sujets, en sus de l'éruption primitive, une éruption secondaire généralisée qui fut plus ou moins intense, mais qui n'alla jamais jusqu'à devenir complètement confluente et qui, en définitive, ne mit nullement en danger la vie des petits malades.

Nous avons trouvé à l'inoculation post-vaccinale les avantages suivants :

1° D'avoir arrêté la variole au milieu de familles où elle aurait pu atteindre un plus ou moins grand nombre de personnes, comme cela a constamment eu lieu, à notre connaissance, dans les maisons où cette mesure préservatrice n'a pas été appliquée.

2° D'avoir été efficace dans un grand nombre de cas où la vaccination plusieurs fois répétée avait été stérile et par conséquent impuissante.

3° De s'être constamment montrée douée de la même vertu, soit qu'elle provînt directement de varioleux, soit qu'elle provînt d'inoculations successives plus ou moins éloignées de la première variole

qui les avait fournies, soit qu'elle fût primitive ou modifiée par une ou plusieurs vaccinations ou revaccinations antérieures, soit qu'elle provînt de varioles complètes, soit qu'elle provînt de varioloïdes.

Nous avions craint, avant d'avoir expérimenté assez largement, que les résultats des inoculations ne propageassent la variole et ne produisissent, selon la pittoresque expression du Dr Bousquet, l'effet de bois jeté dans un incendie. Nous avons été complètement rassuré contre cette appréhension par l'observation des faits que nous avons eus sous les yeux. Sur le nombre assez considérable d'inoculations suivies de succès que nous avons mentionnées, il n'y a eu, à notre connaissance, que deux exemples de transmission variolique, et encore, sur ces deux faits, il n'y en a eu qu'un où cette transmission a eu lieu par suite d'une inoculation post-vaccinale; car, dans l'autre, il s'agissait d'un enfant non vacciné, qui, par l'erreur d'une sage-femme, erreur que nous avons déjà signalée dans le cours de ce travail, avait été soumis à une inoculation primitive et avait eu, comme éruption secondaire, une variole complète. Dans ces conditions, cet enfant avait communiqué une varioloïde très légère à sa mère qui l'allaitait et aussi à son père.

Il est facile de trouver la raison de cette atténuation du pouvoir contagieux de la variole inoculée. C'est que l'immunité créée par la vaccine est suffisante contre cette variole qui est simple, franche et sporadique. De plus, la maladie se trouve divisée en deux actes pathologiques, savoir l'éruption locale et primitive sur les points d'insertion et l'éruption secondaire et généralisée. Cette division en deux parts atténue considérablement l'intensité de l'affection sur le malade et sa puissance de transmission sur ceux qui l'approchent. Ce n'est que contre la variole épidémique que la préservation vaccinale est insuffisante, parce que, alors la maladie acquiert une qualité infectieuse qui dépasse de beaucoup en pouvoir contagieux la vertu prophylaxique de la vaccine et qui ne trouve plus de résistance efficace dans la modification préservatrice dont le virus vaccinal a imprégné l'organisme.

Il nous a donc paru juste de retourner la proposition du Dr Bousquet et de dire qu'inoculer en temps d'épidémie variolique des sujets antérieurement vaccinés, ce n'est pas jeter des matières inflammables dans un incendie, mais, au contraire, c'est rendre incombustibles les matériaux qui auraient servi à l'alimenter.

Nous avons inoculé des sujets qui, peu de temps avant, avaient été revaccinés, les uns avec succès, les autres sans succès, et parmi eux, nous en avons trouvé une assez grande proportion qui restait encore accessible au virus variolique. Il va sans dire que ceux chez

lesquels la revaccination avait échoué, se trouvaient aptes à l'inoculation variolique dans une plus forte mesure que ceux pour lesquels la revaccination avait été efficace.

Nous avons trouvé le virus variolique constamment identique dans les résultats qu'il nous a fournis par l'inoculation, soit qu'il eût été pris sur la variole elle-même ou qu'il eût subi plusieurs transmissions successives, soit qu'il provînt d'un sujet non vacciné ou qu'il se fût développé sur un sujet ayant subi l'influence d'une ou plusieurs vaccinations ou même d'une variole antérieure. On sait qu'il n'en est pas de même du virus-vaccin dont la valeur varie selon qu'il est le produit d'une vaccination primitive ou d'une revaccination et qui perd considérablement de sa puissance de transmission lorsqu'il naît et croît dans un organisme antérieurement modifié par la vaccination ou la revaccination, ou par la variole ou la varioloïde. Toutes les fois que, pour vacciner, nous nous sommes servi de vaccin provenant de revaccination, nous avons échoué dans le plus grand nombre de cas, tandis que nous avons obtenu des succès beaucoup plus nombreux lorsque nous avons revacciné avec du vaccin de première vaccination. Mais ce virus, qui se trouvait dégénéré sur un sujet auquel on l'avait inséré pour la seconde fois, pouvait se régénérer sur un organisme qui n'avait pas encore subi son contact et reprendre dans ce terrain favorable toutes ses qualités primitives. C'est ce que nous avons constaté par un grand nombre d'observations.

Contre la variole, il n'y a pas de meilleur préservatif que la variole elle-même, et, bien que ce préservatif ne soit pas absolu, il n'en est pas moins infiniment plus puissant que la vaccine. Nous en avons eu la preuve par de nombreux exemples qui nous sont passés sous les yeux pendant l'épidémie actuelle. Tandis que nous avons vu des sujets vaccinés et revaccinés être atteints de variole à tous les degrés, depuis la simple varioloïde jusqu'aux éruptions les plus confluentes et même jusqu'à la complication hémorrhagique, nous n'avons jamais observé chez ceux qui avaient subi une première atteinte de la maladie, et qui néanmoins en étaient attaqués une seconde fois, que des éruptions tellement discrètes qu'il fallait les chercher pour les découvrir, ou des éruptions ébauchées et imparfaites qui n'arrivaient pas jusqu'à leur entier développement. Et enfin, chez tous ces sujets variolés pour la deuxième fois, l'affection a constamment été des plus bénignes et n'a pas fourni le plus minime tribut à la mortalité. Il est à remarquer cependant que, dans quelques cas, la fièvre d'invasion était longue et intense, accompagnée de symptômes insolites, et enfin paraissait hors de proportion avec une éruption tellement minime qu'elle ne comptait parfois que dix ou douze pustules, ou si

peu viable que d'autres fois elle n'arrivait pas à sa complète maturité.

Mais le fait capital était l'absence de danger et la nullité de la mortalité; il ne se produisait évidemment qu'une maladie modifiée, tronquée, et qui arrivait à son terme sans avoir parcouru toutes ses périodes.

Il était loin d'en être ainsi sur les sujets vaccinés et atteints de variole malgré leur vaccination. Chez eux, la maladie, une fois qu'elle avait pu y pénétrer, paraissait avoir ses coudées franches, elle pouvait revêtir toutes les formes, tous les caractères qu'elle aurait pris dans des organismes vierges de toute modification prophylaxique, et enfin il n'arrivait que trop souvent qu'elle poursuivait sa marche désorganisatrice jusqu'à amener une terminaison fatale. Donc la préservation n'était des deux côtés ni égale ni pareille, ni au même degré, puisque du côté de la vaccine la porte restait ouverte à toutes les formes les plus graves de la variole, tandis que, de l'autre côté, une première atteinte en interdisait presque toujours une seconde et que, dans les cas très rares où elle ne l'interdisait pas, elle ne permettait l'accès qu'à des formes pathologiques sommaires ou incomplètes et constamment inoffensives.

La variole est une maladie particulière à l'homme; aussi, dans ses transmissions d'un sujet à l'autre, elle n'éprouve aucune altération et elle conserve toujours son identité. D'après des expériences récemment tentées, il paraît qu'il est très difficile de la transplanter sur d'autres espèces animales, et qu'une fois hors de son terrain normal, elle s'altère tant dans sa forme que dans ses propriétés.

De même la vaccine, qui est une maladie propre à une ou deux espèces animales seulement, doit perdre quelque peu de sa puissance en passant à l'homme et s'amoindrir par une longue suite de transmissions. C'est du moins ce qui a été dit et ce qui a paru admis dans les dernières discussions et les plus récentes polémiques qui ont eu lieu sur ce sujet.

De ces conditions il doit résulter que l'inoculation variolique est plus puissante et plus fixe que l'inoculation vaccinale, et, en effet, les faits suivants en donnent la preuve.

Nous avons trouvé assez souvent des sujets absolument réfractaires à la vaccine et qui avaient subi, sans le moindre résultat, des dix, quinze et vingt vaccinations. Parmi tous ces individus rebelles à la vaccine, nous n'en avons trouvé qu'un seul qui ait été également rebelle à l'inoculation variolique. Tous les autres qui avaient donné des preuves multipliées de leur inaptitude pour la vaccine à l'occasion des tentatives réitérées de vaccination pratiquée sur eux, se sont trouvés aptes à recevoir la variole dès la première inoculation.

A ce fait général il n'y a eu, comme nous venons de le dire, qu'une seule exception.

Un grand nombre de sujets qui avaient été vaccinés avec succès une première fois au début de leur vie et qui de plus avaient subi postérieurement plusieurs revaccinations, dont quelques-unes suivies de résultat, et qui paraissaient avoir perdu toute inaptitude pour la vaccine, se sont trouvés parfaitement inoculables par la variole qui a pris sur eux dès la première insertion. Nous avons vu des inoculations réussir complètement à la suite de revaccinations récentes qui avaient été faites avec succès. Si ces revaccinations eussent été efficaces comme préservatif, toute aptitude à la variole eût dû se trouver éteinte après elles et les inoculations eussent dû rester stériles. Or, comme il n'en a point été ainsi, il est évident que ces revaccinations n'avaient laissé dans l'organisme qu'une préservation incomplète et relative.

La variole inoculée et transmise par plusieurs inoculations successives n'en est pas moins toujours la variole, constamment la même et invariablement douée d'une égale puissance. La vaccine, qui, depuis qu'elle est aux mains de la médecine, a été renouvelée à plusieurs sources, ne nous offre qu'un virus d'une filiation incertaine et dont il n'est plus possible de discerner l'origine ni de déterminer les qualités. Qui peut dire que tel vaccin qu'on récolte ou qu'on transmet vient du cow-pox ou du horse-pox, du vaccin humain ou du vaccin animal? Qui peut juger dans quelle mesure il préservera ou ne préservera pas? Pour l'inoculation variolique, il ne peut y avoir le moindre doute, le virus ne peut provenir que de la variole et sa vertu préservatrice est certaine.

De plus, en présence d'une épidémie de variole, le vaccin peut manquer quelquefois, tandis qu'en prenant pour remède prophylaxique le virus de la variole elle-même, le préservatif sera toujours sous la main et ne fera jamais défaut. On a manqué de vaccin, à Paris, dit-on, pendant la recrudescence d'épidémie qui s'est produite dans la dernière période du siége. Si, au lieu de chercher et d'attendre un virus qu'on ne pouvait se procurer, on se fût servi de celui que la variole ne fournissait qu'en trop grande abondance, on eût trouvé dans la maladie elle-même le moyen de lui faire équilibre et de la prévenir. Par l'inoculation, la variole artificielle et atténuée fût devenue un équivalent qui aurait été substitué sans danger aux varioles d'origine épidémique et de nature infectieuse, et, ainsi transformée, elle fût devenue un instrument de salut, tandis que, abandonnée à elle-même, elle est demeurée un fléau destructeur.

Pour résumer nos idées en quelques mots, nous dirons : qu'on vaccine les enfants et qu'on inocule les adultes, et la variole sera domptée !

III. — *Comparaison entre la revaccination et l'inoculation post-vaccinale.*

La revaccination réussit dans le tiers des cas, l'inoculation post-vaccinale est suivie de succès dans une proportion qui dépasse les deux tiers; elle est donc, sous le rapport numérique, de moitié plus préservatrice que la revaccination.

Les sujets revaccinés avec résultat conservent une certaine aptitude pour la variole, aptitude qui se révèle, soit par le succès de l'inoculation variolique qui prend sur eux, lorsqu'on les y soumet, dans une proportion de moitié, soit par la contagion de la maladie lorsqu'ils sont exposés.

Les sujets revaccinés avec résultat incomplet ou nul sont exposés à contracter la variole dans une plus forte mesure encore que les précédents, et sont aptes aussi, dans une proportion analogue, à recevoir l'inoculation variolique.

Nous avons vu, parmi nos malades varioleux et parmi ceux de nos confrères, des sujets que nous nous rappelions avoir revaccinés nous-même et qui s'étaient montrés réfractaires à la revaccination.

Nous n'avons pas retrouvé un seul de nos inoculés, qu'ils eussent été ou non réfractaires à l'inoculation, qui ait été postérieurement atteint de variole.

Les sujets qui, par leur idiosyncrasie, sont complètement rebelles à la vaccine et qui ont été vaccinés inutilement un très grand nombre de fois, sont presque tous parfaitement accessibles à la variole tant par l'inoculation que par la contagion ou l'infection. Nous en avons vu des exemples relativement nombreux.

Le seul grief qu'on puisse mettre sur le compte de l'inoculation post-vaccinale et dont, au premier abord, la vaccine paraît exempte, c'est d'exposer les sujets qui y sont soumis à une éruption généralisée. Mais cet inconvénient ne se produit qu'une fois sur huit ou dix, et s'il est accompagné de céphalorachialgie, de fièvre et de sueurs, ces symptômes de l'éclosion et de l'élimination du virus variolique ne durent que de deux à quatre jours au plus, et ils ne sont qu'incommodes sans jamais devenir dangereux. La plupart des sujets chez lesquels nous les avons observés ont pu les supporter sans être obligés de garder le lit ou la chambre, et tout en continuant les habitudes de leur vie et même les travaux de leur profession.

On aurait tort, du reste, de croire que l'éruption vaccinale se passe toujours sans accidents; elle donne presque constamment lieu à un mouvement fébrile qui, lui aussi, varie de deux à quatre jours, et, enfin, tous les médecins ont pu voir survenir, à la suite de la vaccination, des éruptions généralisées, des érysipèles, des phlegmons et

même l'infection purulente, dont un cas mortel, cela va sans dire, a été observé par nous-même.

Ces accidents ne sont, il est vrai, que des exceptions; mais, enfin, ils se produisent dans une certaine mesure qu'une étude statistique pourrait ramener à des proportions fixes; et ils font par conséquent cortége à la vaccine, comme la fièvre, la céphalorachialgie et la diaphorèse accompagnent quelquefois l'inoculation post-vaccinale.

L'inoculation post-vaccinale étant suivie de résultat dans une proportion double de celle que donne la revaccination, il s'ensuit que, par ce seul fait, ses effets préservatifs sont une fois plus étendus que ceux de cette dernière. A cette proportion une fois plus forte, il faut ajouter le nombre des sujets qui, en vertu d'une disposition exceptionnelle, sont réfractaires primitivement à toute vaccination et chez lesquels la variole inoculée prend parfaitement.

Mais là ne s'arrête pas l'étendue de la préservation exercée, au point de vue du nombre, par l'inoculation post-vaccinale. Il est encore une autre proportion d'individus qui sont accessibles à la revaccination, mais chez lesquels cette revaccination n'éteint pas l'aptitude à contracter la variole. Cette catégorie de sujets doués d'une double réceptivité peut obtenir, par l'inoculation post-vaccinale, la préservation que la revaccination a été impuissante à leur donner.

Ainsi, non seulement l'inoculation post-vaccinale est applicable avec succès dans une proportion double de celle que fournit la revaccination, mais cette proportion peut encore s'augmenter de deux catégories de sujets dont les uns sont radicalement rebelles à toute influence vaccinale et dont les autres, tout en ayant subi cette influence plusieurs fois, n'en restent pas moins aptes, dans une certaine mesure, à être envahis par la variole.

Voilà pour la question de nombre; quant à celle d'efficacité, la supériorité de l'inoculation post-vaccinale est aussi facile à démontrer. Pour tout esprit dégagé de préventions, il est évident qu'il n'est pas de préservatif plus sûr de la variole que la variole elle-même. L'épidémie qui vient de passer a frappé sur les vaccinés comme s'ils ne l'avaient pas été; la puissance épidémique a surmonté la virtualité prophylaxique chez les sujets adultes et d'âge mûr, c'est-à-dire chez ceux qui se trouvaient éloignés de plus de quinze ou vingt ans de l'époque de leur vaccination. Donc la vaccine n'est qu'un préservatif relatif dont les effets varient en intensité et en durée, lequel ne peut donner qu'une sécurité également relative et qui d'un jour à l'autre peut être dominée par des conditions de puissance supérieure.

Cette épidémie actuelle, qui nous a si cruellement démontré l'insuffisance de la préservation vaccinale, nous a montré aussi le degré de puissance de la préservation variolique. Quelques sujets qui n'avaient jamais été vaccinés, mais qui avaient eu la variole dans leur enfance, ont été atteints eux aussi par l'épidémie. Nous avons remarqué que presque tous les individus qui avaient la variole pour la deuxième fois étaient au moins quadragénaires et le plus souvent quinquagénaires, ce qui donne l'idée d'une préservation qui aurait duré de quarante à cinquante ans, et nous avons noté, de plus, que la variole dont ils étaient atteints se montrait des plus bénignes et se résumait le plus souvent dans la période d'invasion à laquelle succédait une éruption rare, incomplète, quelquefois même simplement ébauchée et constamment exempte de tout danger, quelque minime qu'il eût pu être.

En observant ce qui a eu lïeu chez les sujets variolés pour la deuxième fois et atteints d'une variole si inoffensive après quarante ou cinquante ans de préservation et en comparant ces conditions si bénignes avec celles d'un tout autre caractère que nous avons vu se développer sur d'autres malades atteints de variole malgré la vaccination à laquelle ils avaient été soumis dans leurs premières années, nous ne pouvions nous empêcher de reconnaître une évidente supériorité de préservation en faveur de la variole.

D'abord nos variolés, pris pour la seconde fois, ne l'ont été qu'après une immunité de quarante à cinquante ans et plus, tandis que, parmi nos vaccinés atteints de variole, nous comptons des enfants de sept et de quatorze ans qui ont eu des varioloïdes, et des adolescents de seize à dix-huit ans qui ont eu des varioles confluentes et même des varioles hémorrhagiques.

La variole a donc eu une action préservatrice considérablement plus étendue que celle de la vaccine, puisque cette dernière s'est trouvée éteinte chez quelques-uns des sujets de nos observations dès la septième année, et cela malgré une revaccination toute récente, et que, chez d'autres, elle s'est trouvée inefficace vers leur seizième ou dix-huitième année, au point de permettre l'invasion de varioles graves, confluentes, hémorrhagiques et mortelles.

Ainsi, sous le rapport de la durée et de l'efficacité, nous avons constaté, en faveur de la préservation variolique, une supériorité manifeste sur la préservation vaccinale.

Ajouterons-nous à cela les enseignements que nous fournissent nos observations actuelles ou inoculations, enseignements que nous n'admettons qu'à titre provisoire, puisque les faits dont ils découlent n'ont pas encore subi l'épreuve du temps, mais qui cependant n'en possèdent pas moins une certaine valeur. Ces observations nous

apprennent que pas un seul de nos inoculés (que l'inoculation eût été ou non suivie de résultat) n'a été atteint de variole par infection ou par contagion, tandis que, pour les revaccinés, l'immunité ne s'est pas étendue à tous et qu'un certain nombre d'entre eux (nombre très restreint, il est vrai) a fourni la preuve de l'insuffisance de la revaccination.

Le résultat des inoculations post-vaccinales qui ont été suivies de succès a été le plus souvent la variole, mais quelquefois aussi une simple varioloïde. D'autres fois, ces deux éruptions se sont trouvées combinées de la manière suivante : la variole se montrait sur les points d'insertion qui constituait l'éruption primitive, et puis, quand arrivait une éruption secondaire et généralisée, on la trouvait composée de pustules de varioloïde. Alors il y avait un contraste frappant entre l'ampleur des pustules des points d'inoculation et la maigreur de celles qui étaient répandues çà et là sur la peau. L'une ou l'autre de ces éruptions ne se caractérise pas par le nombre des pustules, mais par leurs qualités. Une seule pustule venue sur un des points d'insertion peut être variolique, tandis qu'une éruption complète sur tous les points d'inoculation et même généralisée, peut ne constituer qu'une varioloïde. Nous estimons que sur les trois quarts des cas où l'inoculation post-vaccinale a été efficace, elle nous a donné des pustules varioliques et que, sur un autre quart, nous n'avons eu que des pustules de varioloïde. Le volume de la pustule, la rougeur qui l'entoure, sa forme demi-arrondie, la présence dans sa cavité d'une grande quantité de liquide, limpide d'abord, devenant opalin plus tard et se transformant en pus en dernier lieu, une durée de huit jours pour ces diverses évolutions, constituent à nos yeux les caractères les plus évidents de la pustule variolique, tandis que, pour la varioloïde, la petitesse de la pustule, sa forme acuminée, la minime quantité de liquide qu'elle contient, et enfin sa prompte dessiccation dans l'espace de trois à cinq jours, sans passer par la teinte opaline ni par la transformation purulente sont, pour nous, les signes auxquels on reconnaît cette éruption, sœur de la variole, mais qui n'en est qu'un diminutif.

Les sujets dont l'inoculation a donné lieu à la variole et ceux dont l'inoculation n'a été suivie que de varioloïde, se trouvent-ils préservés au même degré? Il semble au premier abord que cette question ne peut être résolue qu'à l'aide d'une longue observation qui suivrait les sujets dont il s'agit, depuis leur inoculation jusqu'au terme de leur vie; mais, pour nous, il nous semble qu'on peut la juger *à priori* en se fondant sur les analogies et sur les faits connus. Nous considérons tous les individus soumis à l'inoculation variolique post-vacci-

nale comme jouissant de la même préservation quels qu'en aient été les résultats, mais cela seulement au moment où cette inoculation vient d'être faite. Ainsi, que le résultat ait été une variole, une varioloïde, ou qu'il ait été négatif, nous croyons à une immunité présente et actuelle.

L'organisme ne peut donner suite à l'inoculation variolique que dans la mesure de la réceptivité qu'il possède. Si cette réceptivité se trouve entière, ou partielle, ou nulle, on aura comme conséquence de l'inoculation, ou une variole légitime, ou une varioloïde, ou un résultat négatif. Si c'est l'éruption variolique qui suit l'inoculation, elle apportera l'immunité qui faisait défaut; si c'est la varioloïde, elle complètera une préservation qui n'était que partielle; si le résultat est nul, il témoignera d'une inaptitude *actuelle* à l'égard de la variole, et dans chacun de ces cas, les sujets se trouveront à l'abri de l'influence contagieuse et épidémique. Cependant il nous paraît rationnel de n'admettre que comme provisoire la situation des individus de la troisième catégorie, c'est-à-dire de ceux qui, pour le moment, sont réfractaires à l'inoculation. Presque tous doivent cette disposition prophylaxique à l'influence vaccinale, laquelle, comme on sait, se modifie à mesure qu'on s'éloigne de l'époque de la vie à laquelle a eu lieu la vaccination.

Nous voulons revenir sur une objection qui a été faite autrefois contre l'inoculation et qui ne manquera pas d'être opposée aux idées que nous exprimons ici. C'est que cette inoculation pourrait devenir un moyen de propagation d'une épidémie variolique contre laquelle elle serait dirigée. Nous nous sommes déjà expliqué à ce sujet à propos de la contagion que nous redoutions dans les familles dont quelques membres avaient subi l'inoculation variolique, tandis que d'autres n'y avaient pas été soumis. Nous avons dit que nous n'avions observé de communication de la variole que deux fois sur plus de trois cent cinquante inoculations, faites par nous et par d'autres, et que, dans ces deux cas, la maladie s'était bornée à une varioloïde des plus bénignes. Mais de ces deux exemples de contagion, il en est un qui ne doit pas être mis au compte des inoculations post-vaccinales, car il fut le fait d'une inoculation primitive pratiquée par erreur par une sage-femme sur un enfant non vacciné, lequel eut, comme éruption secondaire, une variole complète, et qui communiqua à son père et à sa mère une variole bénigne. Un seul exemple de contagion sur plus de trois cent cinquante cas, et d'une contagion aboutissant à une varioloïde des plus inoffensives, cela ne donne pas l'idée d'un danger sérieux. Nous croyons avoir le droit de n'en tenir compte qu'à titre d'exception.

Nous avons expliqué ce fait de l'isolement pathologique dans lequel étaient restées nos varioles inoculées, par la vertu préservatrice de la vaccine qui se trouve parfaitement suffisante contre des varioles artificielles n'ayant rien d'infectieux ni d'épidémique, mais qui devient impuissante contre la même maladie quand elle a acquis ces graves et funestes qualités de l'épidémicité et de l'infectiosité.

Si nos varioles inoculées, tant à éruption locale qu'à éruption générale, avaient pu devenir un foyer d'épidémie, cela aurait dû certainement avoir lieu toutes les fois que quelques habitants d'un village éloigné, et jusqu'alors exempt de toute influence épidémique, étant venus se faire inoculer par nous, remportaient chez eux le germe de varioles post-vaccinales, lesquelles se développaient au milieu de populations qui n'avaient pour préservatif que la vaccination de la première enfance. Or, ces varioles naissaient, mûrissaient et s'éteignaient sans qu'il y eût la moindre transmission. De plus, ces sujets inoculés par nous répétaient eux-mêmes plus tard l'inoculation sur quelques-uns de leurs parents ou de leurs amis, qui ensuite en faisaient autant pour d'autres, de sorte qu'il y avait pendant deux, trois ou quatre semaines, un renouvellement successif de ces éruptions artificielles, renouvellement qui aurait dû augmenter en extension et en intensité l'influence variolique, mais qui n'arriva jamais à la faire sortir de son état passif et à lui faire prendre le caractère épidémique. Nous avons constaté cette inertie de la variole inoculée dans quatre villages populeux dont trois ont été, à un autre moment, parcourus par l'épidémie à la suite d'importations varioliques venant de localités infectées.

Cette différence entre les varioles de provenance épidémique et celles dues aux inoculations post-vaccinales prouve que ces dernières ont pu exister sans éveiller les prédispositions latentes au milieu desquelles elles s'étaient développées et que le contact des autres a suffi à transformer en agents de contagion.

Un autre fait prouve encore l'innocuité de l'inoculation post-vaccinale sous le rapport de la propagation épidémique, c'est que le plus grand nombre de ces inoculations ayant eu lieu dans le quartier que nous habitons et pendant une recrudescence d'épidémie, c'est précisément ce quartier qui a eu le moins de cas de variole, et que, de plus, il s'est trouvé que l'épidémie s'est définitivement arrêtée après les six ou huit séances pendant lesquelles plusieurs centaines de personnes avaient été inoculées.

En résumé, nous trouvons à l'inoculation post-vaccinale les avantages suivants sur la revaccination :

1° Action plus étendue, puisqu'elle s'exerce sur un plus grand nombre de sujets;

2° Action plus puissante, puisqu'elle s'exerce même après la revaccination et qu'aucun des sujets inoculés n'a été postérieurement atteint de variole;

3° Influence plus durable, puisque les sujets variolés pendant leur enfance n'ont eu de récidive que quarante ou cinquante ans après.

Enfin, nous avons acquis la certitude que l'inoculation post-vaccinale ne présentait aucun danger de transmission ni de propagation épidémiques.

Si nous possédions contre le choléra, la fièvre jaune ou la fièvre typhoïde des moyens préservatifs aussi efficaces que l'est l'inoculation contre la variole, nous nous empresserions de l'employer et nous croirions, avec raison, avoir vaincu ces fléaux; nous avons pour combattre la variole un moyen prophylaxique qui n'est ni nouveau ni inconnu, qui a fait ses preuves et dont l'efficacité est incontestée et incontestable, et cependant il est délaissé et inusité à ce point que les idées émises dans ce Mémoire seront peut-être considérées comme des excentricités. Nous pourrons cependant les appuyer sur une autorité que personne ne songera à récuser. Nous allons nous expliquer à ce sujet.

Nous avions terminé ce travail et nous croyions être seul à porter la responsabilité de l'inoculation post-vaccinale, lorsque le journal *la Tribune médicale* nous a apporté, dans ses n^{os} 155 et 156, la reproduction d'un Mémoire publié en 1798 et dû à l'illustre Jenner. Or, ce Mémoire nous apprend que la paternité de l'inoculation post-vaccinale doit être reportée au père de la vaccine lui-même. Cet observateur de génie s'en servait comme d'une contre-épreuve destinée à vérifier et à constater le pouvoir préservatif de la vaccination, et il ne se doutait pas qu'il ajoutait ainsi à la vaccine un surcroît de vertu prophylaxique qui la corroborait, la complétait et rendait ses effets définitifs et irrévocables.

Sur vingt-six observations relatées par Jenner, observations dont quelques-unes comprennent plusieurs sujets à la fois, nous notons vingt-sept inoculations faites à diverses distances, soit d'un cow-pox ou d'un horse-pox gagnés au contact des vaches ou des chevaux, soit d'une vaccination artificielle. Dans ces divers cas, nous pouvons saisir l'histoire d'une éruption locale de variole ou de varioloïde, et nous rencontrons aussi, mais dans une proportion plus rare, des cas à résultat purement négatif.

Il faut tenir compte de ce que Jenner, qui n'avait en vue que de

prouver que la vaccination préserve de la variole, et qui, par variole, entendait la maladie complète telle que la donnaient la contagion ou l'inoculation, ne tient à constater que l'absence d'une éruption générale, et qu'il passe très légèrement sur les résultats locaux de ses inoculations. Il en mentionne les effets, cependant, sous les dénominations d'inflammations, de rougeurs érysipélateuses, d'efflorescences, etc., etc. Le mot *efflorescence* est celui qu'il préfère, et il n'est évidemment, sous sa plume, qu'un euphémisme employé pour désigner les élevures enflammées qui succèdent aux insertions varioliques et qui se transforment successivement en papules et en pustules. Il note la durée de ces *efflorescences,* laquelle a été de trois à cinq jours dans un certain nombre de cas, et de sept à huit dans un certain nombre d'autres; il mentionne aussi des malaises généraux, des engorgements ganglionnaires et des érysipèles qui ont suivi l'insertion du virus variolique, et il cite quelques anomalies, telles que l'apparition au front d'une éruption papuleuse à la suite de l'inoculation pratiquée au bras.

Pour nous, il nous paraît aisé de discerner des varioloïdes locales dans les éruptions qui n'ont pas dépassé cinq jours, et des varioles également locales dans celles qui sont allées jusqu'au septième ou huitième jour.

Enfin, dans ces observations si intéressantes à plus d'un titre, mais surtout à cause de leur origine, nous trouvons un cas de vaccinoïde après variole, puis un exemple exceptionnel de trois invasions de cow-pox sur le même individu malgré une variole antérieure, et aussi la mention d'un sujet réfractaire à l'âge de dix-huit mois, à une vaccination primitive.

L'écrit de Jenner nous donne donc la preuve que l'inventeur de la vaccine ne regardait pas comme dangereuse l'inoculation faite après la vaccination, puisqu'il s'en servait comme de contre-épreuve et dans l'unique but de démontrer l'excellence de sa découverte. Or, aucun fait n'est venu, que nous sachions, nous dévoiler depuis cette époque un danger quelconque dans l'inoculation post-vaccinale. D'où vient donc la proscription générale dont elle a été frappée et contre laquelle si peu de médecins ont osé élever la voix? Cela ne peut venir que du délaissement immérité dans lequel est tombée l'inoculation variolique et de l'ignorance dans laquelle deux générations médicales ont vécu à son égard.

En résumé, ce que nous avons lu dans le Mémoire de Jenner, nous a paru fournir deux renseignements précieux : nous y avons appris d'abord que ce sagace observateur pratiquait sans crainte et sans scrupule l'inoculation post-vaccinale, que la plupart de ses continua-

teurs se feraient peut-être un cas de conscience d'essayer aujourd'hui, et, de plus, nous y avons vu que les premiers sujets sur lesquels Jenner a expérimenté sa découverte n'ont pas été seulement *vaccinés*, mais bien *vaccinés* et *inoculés*, et que, chez eux, la prophylaxie a dû devenir aussi complète et aussi définitive que possible, puisqu'elle résultait de la combinaison de la vaccine et de la variole communiquées artificiellement.

Conclusions.

De tout ce que nous venons d'exposer, nous croyons pouvoir tirer les conclusions suivantes :

1° La vaccine, qui a une vertu préservatrice suffisante contre la variole sporadique, devient insuffisante contre la variole épidémique.

2° La revaccination renouvelle et prolonge la puissance préservatrice de la vaccine, mais la préservation qui en résulte n'est cependant ni complète ni certaine.

3° La préservation apportée par la variole elle-même contre une nouvelle atteinte de cette maladie est plus complète et plus durable que celle que donne la vaccine.

4° L'inoculation variolique pratiquée postérieurement à celle de la vaccine et que, pour cette raison, nous appelons *post-vaccinale,* complète et corrobore l'action prophylaxique de la vaccine et met entièrement à l'abri des atteintes de la variole.

5° L'inoculation post-vaccinale est suivie de succès dans une proportion qui peut varier des deux tiers aux trois quarts des sujets qui y sont soumis, tandis que la revaccination ne réussit que sur un tiers.

6° L'inoculation post-vaccinale est exempte de danger; elle ne donne lieu le plus souvent qu'à une éruption locale accompagnée ou non d'un mouvement fébrile dont la durée varie de deux à quatre jours. Cependant il arrive à peu près une fois sur huit ou dix que cette éruption locale est suivie, du huitième au douzième jour, d'une éruption généralisée qui est l'indice d'une plus grande prédisposition antérieure pour la variole.

7° Au moyen de l'inoculation post-vaccinale, nous avons réussi à isoler la variole sur un seul individu dans les familles où plusieurs personnes se trouvaient exposées à la contagion ou à l'infection. Nous croyons lui devoir aussi l'immunité presque complète dont a profité la partie de la population de notre ville, sur laquelle cette inoculation a été le plus largement pratiquée, et nous avons constaté comme une coïncidence, qui ne doit pas être simplement fortuite, la cessa-

tion de l'épidémie parmi nous presque aussitôt après l'inoculation de plusieurs centaines de sujets.

8° Les éruptions, tant locales que générales, qui suivent les inoculations post-vaccinales, sont des varioles ou des varioloïdes.

9° Ces varioles ou varioloïdes post-vaccinales n'ont point propagé l'épidémie et sont demeurées, sauf une seule exception, des cas isolés, non seulement dans la population, mais même au milieu des familles où elles s'étaient développées.

10° Si la pratique des inoculations post-vaccinales se généralisait, le virus variolique deviendrait le préservatif de la variole épidémique, comme le virus vaccinal est le préservatif de la variole sporadique. Les épidémies le fourniraient en abondance aux époques et dans les circonstances où on en aurait le plus besoin, et l'on ne verrait pas se renouveler l'embarras dans lequel on s'est trouvé pendant cette dernière épidémie par le fait de la disette de vaccin, en présence de la marche incessamment envahissante de la variole.

Dr Paul DUPUY,

Professeur à l'École de médecine de Bordeaux.

Quelques *desiderata* de la théorie de la chaleur animale.

(Séance du 9 Septembre 1872.)

1° *Siége des actions chimiques.*

L'origine de la chaleur animale n'est plus, je crois, contestée par personne. Elle est essentiellement due aux actions chimiques ayant pour siége les corps organisés.

Toutefois, cette théorie ne se présente plus, comme le disait naguère M. Cl. Bernard, avec le caractère de simplicité séduisante qu'elle avait à l'origine dans la pensée de Lavoisier. Celui-ci ne tint compte que de la combustion du carbone et de l'hydrogène. Mais aujourd'hui n'est-il point manifeste qu'il faut faire entrer d'autres données dans la solution du problème? Le principe demeure invariable, puisqu'il s'agit toujours d'actions chimiques, l'application seule a subi des correctifs d'une véritable importance, que M. Berthelot a particulièrement mis en relief, et que M. Cl. Bernard a démontrés, dans le cas spécial des sécrétions glandulaires.

Après avoir déterminé le terrain sur lequel j'entends établir toute discussion relative à la chaleur animale, je vais passer en revue un

certain nombre de questions qui, par leur caractère vague et incertain, les débats qu'elles soulèvent encore, exigent de nouvelles et sérieuses recherches avant de prendre une forme définitive et rigoureusement scientifique.

Parmi ces questions, l'une des plus importantes, sans conteste, est relative au siége des actions chimiques dans les corps organisés. Ces actions se produisent-elles principalement au sein des tissus, dans leurs éléments constitutifs, ou bien ont-elles lieu surtout dans le fluide en circulation?

D'après Liebig, la chaleur animale serait due à l'oxydation des aliments ternaires, et la combinaison de l'oxygène avec la substance des parties vivantes du corps serait la source du pouvoir dynamique. Cette double assertion fut vivement combattue par le Dr Mayer, qui répondit « qu'un muscle est seulement un appareil au moyen duquel la transformation des forces s'effectue, mais qu'il n'est point la substance par le changement chimique de laquelle l'effet mécanique est produit. » Puis il ajoute : « Le foyer dans lequel la combustion se produit est l'intérieur des vaisseaux sanguins; le *sang*, un liquide brûlant lentement, est l'huile dans la flamme de la vie. »

L'expérience de Fick et de Wislicenus, lors de leur ascension du Faulhorn, complétée par la détermination calorimétrique de l'énergie effective engendrée par la combustion des muscles et de l'urée, que nous devons à Frankland, a paru à celui-ci pleinement démonstrative de l'hypothèse qui fait provenir le travail musculaire de l'oxydation des aliments, qui ne sont encore qu'à l'état de fluide sanguin et non pas de tissu musculaire organisé.

Que fallait-il pour légitimer cette conclusion? Établir simplement que l'énergie développée par la combustion des muscles était très inférieure à celle qu'exigeait le travail accompli par Fick et Wislicenus. Ce travail fut de 159,637 kilogrammètres pour le premier; de 184,287 kilogrammètres pour le second.

En assignant à la quantité d'urée le chiffre le plus élevé possible, afin d'éliminer certaines causes d'erreurs, et en admettant qu'il y eût environ 37 grammes de muscle sec consommé par chacun des deux expérimentateurs en cinq heures et demie que dura l'ascension (1), Frankland trouve que l'énergie effective que pouvait produire la combustion, chez Fick, s'élève seulement à 68,690 kilogrammètres, et chez Wislicenus à 68,376 kilogrammètres. Or, nous sommes ici en présence d'un déficit considérable, puisque l'oxydation des muscles ou d'autres constituants azotés du corps n'exprime point la moitié

(1) 37,17 pour Fick et 37,00 chez Wislicenus. On y comprend l'urée sécrétée pendant l'ascension et celle des six heures suivantes.

du travail mécanique accompli dans l'un et l'autre cas, ce travail étant de 159,637 kilogrammètres et de 184,287 kilogrammètres. Ce déficit est encore beaucoup trop faible, si l'on tient compte de ce fait que la force développée par la combustion et qui correspond dans les meilleures machines à vapeur au dixième de la chaleur produite, a été estimée chez l'homme au cinquième par Helmholtz, et par Heidenhain, à la moitié dans les circonstances les plus favorables. A ce point de vue, au lieu de 68,690 kilogrammètres et de 68,376 kilogrammètres qui est le travail réalisable par les 37 gr. 17 et les 37 grammes de muscle brûlé,

On doit avoir :

D'après Heidenhain,	319,274 kgm	et	368,574 kgm	
D'après Helmholtz,	798,185 —	et	921,435 —	
Soit en calories au lieu de	161,62 —	et	160,88 —	en 5 h. 1/2
Ce qui donne	29,38 —	et	29,24 —	par heure.
D'après Heidenhain,	751,23 —	et	867,23 —	en 5 h. 1/2
Soit	136,60 —	et	157,66 —	par heure.
D'après Helmholtz,	1878,08 —	et	2168,08 —	en 5 h. 1/2
Soit	341,10 —	et	376,00 —	par heure.

A la vue d'un pareil contraste, entre la chaleur impérieusement exigée pour accomplir le travail mécanique et la puissance calorifique du muscle sec, déterminée par Frankland, celui-ci conclut « que la plus grande partie du pouvoir musculaire développé dans le corps des animaux a son origine dans l'oxydation des substances non azotées. Car tandis que la sécrétion d'azote reste presque stationnaire, malgré des degrés très différents du travail musculaire, la production d'acide carbonique s'accroît très considérablement à chaque augmentation de travail (1). »

Frankland ajoute que le tissu musculaire n'étant que faiblement brûlé il constitue, surtout, un appareil de transformation de l'énergie en force mécanique. L'aliment combustible et l'oxygène coexistent dans le sang qui circule à travers le muscle, mais quand ce dernier est au repos, il n'y a entre eux aucune action chimique, et les oxydations sont dues à l'ingérence des centres nerveux. Ainsi, pour Frankland, comme pour le Dr Mayer : « Le sang, ce liquide qui brûle lentement, est l'huile dans la flamme de la vie. »

M. Cl. Bernard s'est éloigné à la fois de Liebig et de Mayer. Malgré l'absorption notoire d'oxygène, la formation d'acide carbonique et l'élévation de la température locale, au moment de la contraction

(1) *Sources chimiques du pouvoir musculaire,* p. 81. (*Revue des cours scientifiques.* 1866-67.)

musculaire, cet éminent physiologiste considère comme une hypothèse gratuite d'admettre, en pareil cas, que toute la chaleur soit due à la combustion directe du tissu contractile par l'oxygène qu'apporte la circulation sanguine. De plus, la production de la chaleur dans le sang serait peu considérable, et ce sont les tissus qui, par les actions chimiques, dont ils sont le siége, échauffent le sang et non le sang qui échauffe les tissus. La respiration musculaire n'est qu'une des manifestations de l'activité nutritive des éléments anatomiques, et il s'accomplit en même temps d'autres phénomènes chimiques capables d'engendrer la chaleur. Dans la contraction, le plasma musculaire peut se dédoubler, dit-on, par la coagulation de la myosine, la réaction devient acide par la production d'acide lactique, la créatinine diminue au profit de la créatine, l'inosite est sans doute susceptible de se dédoubler, de même que les substances albuminoïdes. M. Berthelot, qui a, je crois, le premier insisté sur l'importance de ces divers phénomènes au point de vue de la théorie de la chaleur animale, fait remarquer que, dans les tissus, le carbone n'étant pas libre, l'hydrogène n'étant pas libre, il survient des modifications soit en plus, soit en moins, dans le nombre des calories produites.

Pour M. Claude Bernard, il est donc bien établi que la combustion musculaire directe est très peu importante, qu'il en est de même de la combustion respiratoire qui a lieu dans le sang, et ce n'est point là qu'est caché le foyer où s'élabore la chaleur animale. Celle-ci est essentiellement due aux réactions chimiques ayant pour siége l'intimité des tissus.

Ceci posé, puisque la quantité de chaleur ne saurait être déterminée ni par l'oxygène absorbé, ni par l'acide carbonique produit, il s'agit d'établir que les réactions chimiques invoquées pour expliquer les phénomènes calorifiques des êtres vivants peuvent s'accommoder également à la théorie des métamorphoses dynamiques. Dans le cas particulier de l'ascension du Faulhorn, il faut que ces réactions, tout en produisant la chaleur nécessaire à la température normale, donnent en sus une énergie représentée, soit par :

$136^c,60$ et $157^c,66$ en une heure,

d'après l'évaluation probablement trop faible déduite des observations d'Heidenhain ; soit par :

$341^c,10$ et $376^c,00$ en une heure,

à s'en rapporter à l'évaluation d'Helmholtz, très généralement acceptée.

Dans de pareilles conditions, il serait permis de se demander ce

que devient l'équivalent calorifique de l'oxygène fixé à 5,2 par Hirn, chiffre à la fois faux et impossible, et généralement accepté à 3,2 (1). Le soupçon menacerait même de s'étendre à la constante 425 kilogrammètres, qui a remplacé comme équivalent mécanique de la chaleur les variables de Hirn. En effet, si l'équivalent calorifique de l'oxyène devient inexact dans son application à la chaleur animale, tout est à recommencer pour l'équivalent mécanique de cette chaleur, équivalent qui n'est autre chose que le rapport du travail accompli aux calories disparues.

Les avantages évidents d'une nourriture azotée avaient conduit Liebig à attribuer surtout à l'oxydation du tissu musculaire l'origine de la puissance mécanique propre aux animaux. La thèse contraire du Dr Mayer, acceptée par Frankland, lui fait assigner à la force mécanique, comme cause principale, sinon exclusive, l'oxydation des substances ternaires contenues dans le sang. D'où il conclut à l'emploi des aliments gras et amylacés, pour les hommes obligés par leur profession à un rude travail. En effet, M. Verloren a observé que « beaucoup d'insectes, à l'époque où ils accomplissent peu de travail musculaire, se nourrissent principalement de substances albuminées; et qu'au contraire, à l'époque où leur travail musculaire est considérable, ils se nourrissent exclusivement ou presque exclusivement d'aliments non azotés. » L'exemple des abeilles et des papillons n'est pas moins péremptoire.

Les preuves empruntées à l'entomologie sont sans doute fort estimables, mais je doute néanmoins qu'elles soient de nature à produire une révolution radicale dans l'entraînement musculaire. Frankland n'ignore point, en sa qualité d'Anglais, qu'il y a des hommes qu'on appelle des boxeurs, et qui n'arrivent à cette condition éminente, dans sa patrie, qu'après avoir suivi un régime très spécial. Ce régime est composé tout d'abord de bœuf et de mouton, de pain rassis ou de

(1) Dans la première expérience de M. Hirn il y a 27 gr. 6 d'oxygène consommé. Admettant d'une manière approximative que sur les 27 grammes d'oxygène il y ait 24 grammes se combinant avec 9 grammes de carbone et 3 grammes se combinant avec 0 gr. 500 d'hydrogène, on aurait alors :

	cal.
Par la combustion du carbone.....	72,720
Dº de l'hydrogène.....	17,281
	90,001

Donc équivalent calorifique $= \frac{90^c,001}{27 \text{ gr. } 6 \text{ oxyg.}} = 3,2$. Il ne saurait donc y avoir plus de 90 calories, ce qui prouve que 5,2 est impossible.

Je crois avoir démontré, il y a déjà plusieurs années, que la méthode employée par M. Hirn pour la détermination des calories est absolument fautive. Dans le cas particulier, sa formule de 25 cal. 75 est censée lui donner 143 calories. Or, je viens de prouver que 27 gr. 6 d'oxygène ne pouvaient donner plus de 90 calories. Et ainsi du reste.

biscuit, à peine quelques pommes de terre, peu de bière et de vin, la boisson principale étant le thé froid. Exclusion absolue des corps gras, des pâtés, des aliments épicés, du poisson et du lait. Si les entraîneurs se laissaient séduire par les tableaux d'énergie calorifique de divers aliments que nous devons à Frankland, on les verrait insister sur le régime suivant : pommes, pommes de terre, choux, cœrottes, lait, gras de bœuf, gélatine, maquereau, blanc d'œuf, huile de foie de morue.

J'attends que, sur ce point, l'expérience comparative ait donné gain de cause au savant anglais, avant de me résigner à subir sa manière de voir (1).

2° *Transformation des forces.*

Je viens de signaler quelques-uns des *desiderata* qui se rattachent à la question de la chaleur animale. Mais ce n'est pas tout, et je dois en signaler un certain nombre d'autres qui ont leur origine dans la théorie de la métamorphose dynamique.

D'après cette théorie, dans les corps organisés comme dans les corps bruts, le mouvement moléculaire se transforme en mouvement de masse, et celui-ci en mouvement moléculaire.

a. Conversion du mouvement moléculaire en mouvement de masse.

Dans la machine à vapeur, le mouvement de masse paraît n'être qu'une résultante d'une infinité de mouvements moléculaires, agis-

(1) Poids de différents aliments nécessaires pour maintenir la respiration et la circulation dans le corps d'un homme ordinaire, pendant vingt-quatre heures :

	Onces.		Onces.
Fromage de Cheshire	3,0	*Report*	87,8
Pommes de terre	13,4	Merlan	16,8
Pommes	20,7	Blanc d'œuf	23,1
Gruau d'avoine	3,4	Œuf dur	5,8
Farine	3,5	Gélatine	3,6
Farine de pois	3,5	Lait	21,2
Farine de riz	3,6	Carottes	25,6
Arrow-root	3,4	Choux	31,8
Pain	6,4	Cacao	1,9
Maigre de bœuf	9,3	Beurre	1,8
Maigre de veau	11,4	Huile de foie de morue	1,5
Maigre de jambon bouilli	7,9	Sucre blanc	3,9
Maquereau	8,3	Sucre de fruits	4,0
A reporter	87,8		228,8

Total en onces = 228,8
— en grammes = 6,864
— en livres = 13 1/2 environ.

Je connais des gens qui font une consommation bien inférieure à celle dont on fait usage, sans doute, autour de M. Frankland. Mais que va devenir la consommation par le fait du travail?

sant par pression ou expansion, et il se manifeste une perte de chaleur absolue, en rapport déterminé avec le travail accompli.

Lorqu'une machine électrique exécute un travail extérieur, il y a alors une diminution absolue dans la chaleur due aux actions chimiques, et cette perte est exactement représentée par l'effet mécanique obtenu.

Dans les deux cas, la température s'abaisse de suite, en raison même du travail produit. Nous savons, au contraire, par les expériences de thermo-électricité, dues à MM. Becquerel et Breschet, que la contraction du biceps que traverse une aiguille à soudure, fait augmenter *aussitôt* de 1 à 2° la déviation de l'aiguille aimantée (1).

Il me semble apercevoir dans cette divergence d'action un *desideratum*. D'un côté, abaissement absolu, de l'autre, élévation absolue de la température.

D'autre part, d'après Matteucci, le calorique produit dans la machine électrique, par l'oxydation du zinc, ne peut engendrer, sous forme de courant électrique, qu'un travail musculaire trente mille fois moins considérable que celui qui se trouve dans la contraction. L'excitation du nerf, agissant comme une étincelle sur une masse de poudre fulminante, provoque la transformation des actions chimiques en phénomènes mécaniques. Ainsi l'on conçoit comment on peut éveiller un travail musculaire qui n'est pas, théoriquement parlant, équivalent à la cause qui a excité le nerf (2).

Dans de pareilles conditions, le chiffre de 425 kilogrammètres, équivalent mécanique de la chaleur, n'est plus de mise. Mais y a-t-il, d'autre part, une analogie rigoureuse entre le mouvement contractile ou l'action chimique génératrice et la déflagration d'une poudre fulminante? D'ailleurs, l'analogie serait démontrée que la théorie n'en demeurerait pas moins en présence d'une difficulté très sérieuse, puisque, dans la nature brute, au point de vue de l'équivalence mécanique de la chaleur, la question des poudres fulminantes est formellement réservée (3).

b. Conversion du mouvement de masse en mouvement moléculaire.

Dans les corps bruts, lorsque le mouvement devient de la chaleur, c'est à la suite de frottements, de percussions, de pression vive ou

(1) *Traité de l'électricité et du magnétisme*. Les effets thermo-électriques, dit M. Becquerel, donnent *immédiatement* et avec une grande exactitude la température du milieu où se trouve l'aiguille à soudure.

(2) *Revue des cours scientifiques*, 16 mai 1868.

(3) Dans un travail très intéressant sur le *mal des montagnes*, M. Lortet explique par la transformation de la chaleur en mouvement l'abaissement de température dont il a constaté le rapport avec l'altitude. J'ai tenté une critique de l'opinion de M. Lortet dans la *Gazette médicale de Paris*, avril, mai et juin 1870.

lente, de phénomènes d'élasticité. Donc, puisque nous procédons de l'hypothèse de l'assimilation des deux règnes, il doit en être absolument de même chez les êtres organisés.

Lorsqu'un animal descend un plan incliné, il recueille, sous forme de chaleur, le travail négatif accompli. Il en est de même d'un oiseau de proie, se laissant choir du haut des airs et arrêtant brusquement, à quelque distance du sol, son mouvement accéléré. Il en est de même du fardeau dont le bras de l'homme ménage ou suspend la chute.

Dans les divers exemples que je viens de citer, on ne tient absolument aucun compte ni du frottement, ni de la percussion, ni de la pression pour expliquer la conversion du mouvement en calorique musculaire (1). Mais M. Hirn, s'appuyant sur ce fait que lorsqu'une lanière de caoutchouc se raccourcit, en surmontant un effort externe, il y a refroidissement, et qu'elle s'échauffe, au contraire, lorsqu'on la soumet à une élongation, voit ici une confirmation des expériences de M. Béclard sur la contraction musculaire, avec montée ou descente de poids. Ceci revient à dire que, pour M. Hirn, élasticité et contractilité sont même chose, et que les phénomènes chimiques en rapport avec la contraction musculaire et la produisant, dit-on, pourraient bien exister également dans le caoutchouc. Je ne nie point, d'ailleurs, l'élasticité des muscles et ses conséquences thermiques. Néanmoins, j'attends un plus ample et meilleur informé avant de conclure à son identité avec la contractilité musculaire. Je me permets donc de voir là encore un *desideratum*.

Un poids de 100 kilogrammes élevé à 100 mètres donne lieu à un travail de 10,000 kilogrammètres. Abandonné tout à coup à lui-même, sans obstacle intermédiaire, il tombe verticalement et restitue, par son frottement contre l'air atmosphérique et surtout par le choc contre le sol, le travail nécessité par la montée. Sur le sol il se produit un ébranlement, ou mouvement de masse, et divers mouvements moléculaires, comme chaleur, lumière parfois, électricité. Si le même poids roulait le long d'un plan incliné élevé de 100 mètres, la restitution aurait lieu par le frottement contre le plan incliné et le choc contre le sol, choc plus ou moins rude suivant que la pente sera plus ou moins douce. Ici encore nous avons des mouvements de masse et des mouvements moléculaires, résultat de la restitution du travail mécanique.

En est-il de même pour les êtres animés? Évidemment la question a été généralement comprise d'une manière très différente. Ainsi les

(1) Je dois faire une exception en faveur de M. Max Dufour. (*Dissertation inaugurale*, Zurich, 1865.) J'y reviendrai un peu plus tard.

muscles, que la descente allonge sans doute d'une manière toute spéciale, se réchauffent, dit-on, comme s'ils étaient de simples organes en caoutchouc. Ainsi, un homme du poids de 75 kilogrammes, qui gravit le Mont-Blanc, accomplit un travail d'environ 300,000 kilogrammètres, soit une perte de 700 calories. Au moment de la descente on trouve, dans l'organisme du même homme, 700 calories de plus que n'en représentent les oxydations respiratoires. « C'est ce que dit la théorie mécanique et ce qu'affirme l'expérience, » d'après M. Hirn (1).

Je ne voudrais pas, néanmoins, présenter cette explication de la chaleur en plus et de la chaleur en moins comme ayant un caractère univoque, car voici la preuve du contraire. Le condor joue un rôle considérable dans la théorie de la métamorphose dynamique. Lorsque ce puissant volatile se laisse choir d'une hauteur de 5,000 mètres et s'arrête brusquement à quelque distance du sol, en lui supposant un poids de 10 kilogrammes, il convertit instantanément en 120 calories (117c,64 pour être exact) les 50,000 kilogrammètres nécessités par l'ascension préalable. Chaque kilogramme de l'animal, dont la température normale doit être d'environ 40°, gagne ainsi 10 calories pour sa part, le tout sans aucun préjudice, parce qu'une cause instantanée de refroidissement, comme je l'ai entendu professer à M. Paul Bert, cause dont le caractère providentiel n'est pas douteux, vient sauver le condor, qui ignore la physique, des suites de son imprudence.

Ce n'est pas uniquement la raison d'être du refroidissement qui est occulte, c'est aussi le mécanisme de la transformation. Ce mécanisme est intérieur, et il ne peut plus s'agir des propriétés calorifiques du caoutchouc soumis à une extension. Mais pourquoi s'abstient-on de parler du frottement et surtout du choc contre l'air lorsque l'oiseau étend soudainement ses ailes? Il se produit certainement ici de la chaleur et un mouvement de masse dans le milieu fluide.

Pour la descente sur le plan incliné on n'admet guère, en fait de transformation de forces, qu'un mécanisme intérieur, particulièrement celui du caoutchouc qu'on allonge. Je dois dire cependant, à la louange de M. Max Dufour, qu'il donne surtout pour siége à cette transformation les surfaces articulaires, où se passent, évidemment, des phénomènes de pression et de frottement. Mais pourquoi se refuse-t-on à faire une large part au frottement et au choc dus au contact des pieds de l'animal contre le sol? Pourquoi les a-t-on négligés, dans le cas du condor qui, au temps d'arrêt, fouette l'air de ses ailes avec tant de puissance? Par cette unique raison qu'ayant admis une métamor-

(1) *Esquisse élémentaire*, etc., p. 41, 1864.

phose dynamique dans les muscles on a jugé à propos de supposer la métamorphose inverse dans les mêmes organes.

En donnant la transformation intérieure comme mécanisme exclusif au travail mécanique, revenant à l'état de chaleur, chez les êtres vivants, on s'est éloigné de ce qui existe pour les corps bruts et on finit par aboutir au mystère; ce qui, à mes yeux, constitue un *desideratum*.

Avant de quitter la question du mouvement de masse qui se convertit en mouvement moléculaire, je poserai un dernier point d'interrogation? L'irritation mécanique, en dehors de l'action nerveuse et de l'électricité, produit une contraction musculaire, ce qui supposerait une première conversion en calories, puis une seconde en mouvement de masse. Les phénomènes sont-ils vraiment en rapport avec l'interprétation?

3° *Aliments dynamophores.*

Je vais revenir, maintenant, sur l'alimentation dont j'ai dû scinder l'étude, pour mettre plus particulièrement en relief les considérations relatives à ce qu'on désigne sous le nom d'*aliments dynamophores*. Tels sont l'alcool, le café, le thé, le maté, la coca, substances dont il est permis de rapprocher des médicaments tels que l'arsenic et probablement l'opium.

Sous l'influence des aliments dynamophores, le travail mécanique peut s'exagérer, ou même augmenter dans des proportions considérables. Le travail intellectuel bénéficie, très notablement, par l'usage de quelques-uns d'entre eux. D'où la conclusion naturelle que la chaleur étant, pour nos machines, la grande source du pouvoir dynamique, les combustions ont dû naturellement s'exagérer dans l'organisme soumis à l'action de l'alcool, du café, de la coca, etc. Et cette conclusion est d'autant plus naturelle, que le travail des muscles et celui de l'intelligence (1) produisent, incontestablement, une exagération très manifeste des actions chimiques, dans les conditions ordinaires d'observation.

Mettons l'organisme aux prises avec chacune des substances dynamophores. L'alcool, même à doses faibles et fractionnées (Perrin) (2), détermine une notable diminution dans la production de l'acide carbonique. En outre, à dose plus élevée, la température

(1) *Relation qui existe, à l'état physiologique, entre l'activité cérébrale et la composition des urines*, par le Dr Byasson.

(2) *De l'Influence des boissons alcooliques, prises à doses modérées, sur la nutrition* (*Comptes-Rendus de l'Académie des sciences*, 1864).

s'abaisse de 0°5 à une limite encore mal connue dans l'ivresse, mais qu'on a constatée n'être pas inférieure à 10° ou 11° (1). Enfin, les expériences de M. Marvaud lui ont montré moins d'urée, d'acide urique et de sels dans les urines. D'où il conclut que l'alcool, faisant tout le contraire d'un aliment respiratoire, c'est-à-dire augmenter la proportion d'acide carbonique et élever la température animale, on doit le qualifier d'aliment antidéperditeur.

Le café produit des effets analogues. Au dire de Marvaud, il abaisse la température, et, comme l'avaient prouvé déjà les expériences de Lehmann, il diminue la sécrétion d'urée, d'acide urique et de sels, notamment les phosphates. L'action du thé serait semblable, bien que moins marquée. On peut en dire autant du maté.

A dose modérée, la coca exalte la motricité et excite les facultés intellectuelles. Elle déprime la température animale d'une manière encore plus marquée que les autres aliments dynamophores, d'après les recherches de M. Marvaud, et diminue la sécrétion d'urée et d'acide urique autant que l'alcool. Elle restreint, plus que cette substance, la sécrétion des sels. La coca est donc un antidéperditeur dont l'énergie est au moins comparable à celle de l'alcool.

Moreno y Maïz (2) n'a cependant pas obtenu, dans ses expériences, relativement à l'action antidéperditrice, des résultats analogues à ceux de M. Marvaud, et il pense que les principes nutritifs de la coca étant en quantité très faible, elle ne saurait être un aliment. « Si la coca soutient les forces, dit-il, c'est-à-dire permet à l'homme d'oublier la faim, c'est simplement parce qu'elle la trompe. »

Des aliments dynamophores, M. Marvaud rapproche avec raison l'arsenic. Cette substance, en effet, diminue l'exhalation de l'acide carbonique, abaisse la température (Lolliot) et affaiblit, dans les urines, la proportion d'urée, d'acide urique et des sels. J'ignore si l'opium a été étudié à ces divers points de vue.

Maintenant, les prémisses étant posées, nous devons conclure que les aliments antidéperditeurs, par cela seul qu'ils diminuent les actions chimiques et font baisser la température, doivent faire tomber à un niveau inférieur les actions physiologiques correspondantes. Or, comme l'alcool, à dose modérée, est un excitant pour les facultés cérébrales, de même que le café, le thé, le maté et surtout la coca (3); comme il augmente la résistance à la fatigue, faculté qu'il

(1) Godfrin, Thèse de Paris, 1869.

(2) Thèse de Paris, 1868.

(3) *Actes de l'Académie de Bordeaux*, p. 304. Mémoire couronné sur les *Effets physiologiques et thérapeutiques des ingesta*.

Dans un ouvrage récent (*l'Alcool, son action physiologique*, etc.), M. Marvaud donne une

partage avec le café et la coca, mais en accordant à cette dernière une prééminence des plus remarquables, il s'ensuit que nous sommes ici en présence d'une contradiction flagrante à première vue. En effet, il est d'axiome que la condition *sine qua non* de la force, dans l'économie, c'est le calorique; or, dans l'espèce, le calorique diminue et la puissance augmente.

« Comment expliquer cette contradiction, dit M. Marvaud? Par ce fait que la chaleur que les substances antidéperditrices produisent, est tout entière consommée par le surcroît d'énergie et d'activité qu'elles impriment au système nerveux et, par son intermédiaire, aux principales fonctions de l'organisme. Ce sont bien, en effet, des sources de chaleur, mais des sources de chaleur insuffisantes, comparativement à la grande proportion de calorique dont elles déterminent la transformation en force, par suite de la stimulation qu'elles produisent dans l'appareil cérébro-spinal et dans ses dépendances (1). »

Les proportions d'oxygène, de carbone, d'hydrogène et d'azote contenus dans l'alcool, le café, la coca sont représentés par $C^4H^6O^2$, $C^8H^5Az^2O^2$ et $C^{32}H^{20}AzO^8$. Si les substances en question produisent de la chaleur, ce qu'on ne peut démontrer puisqu'elles déterminent un abaissement de température et que les résidus de la combustion diminuent, ce sera ou des phénomènes d'oxydation ou quelque autre action chimique. Pour l'alcool, indépendamment de ce qui est éliminé par diverses voies, on ne sait trop ce qu'il advient du surplus. Les altérations subies par la plus forte proportion du liquide ingéré engendrent-elles du calorique ou en absorbent-elles? Quand on pense à la température de 26°, observée chez une femme en état d'ivresse, on se rangerait volontiers à la seconde alternative.

La caféine, si nous devons nous en rapporter aux expériences de Lehmann, se retrouve inaltérée dans le sang et passe dans les urines.

Il en serait de même pour une partie de la cocaïne, d'après Moreno interprétation différente. « Ingéré à faibles doses, l'alcool manifeste son action dans l'économie par un ensemble de phénomènes appréciables, surtout à la surface des téguments : rougeur, exagération de la circulation dans le réseau vasculaire *(congestion active)*, élévation de la température, activité de la nutrition; phénomènes que nous pouvons rapporter à l'excitation rapide et instantanée des filets vaso-moteurs rachidiens, plus impressionnables que les filets sympathiques. Administré à des doses suffisamment fortes ou prolongées, il détermine des phénomènes inverses : constriction des vaisseaux, anémie, refroidissement, ralentissement des combustions et des transformations organiques; faits qui résultent de l'excitation plus tardive, mais prépondérante, des vaso-moteurs sympathiques.

» Tel est le mode d'action des boissons excitantes du système cérébro-spinal (café, thé, coca, maté), qui sont des agents antidéperditeurs, c'est-à-dire dépresseurs des fonctions de la vie végétative. »

Malheureusement pour l'interprétation, l'action dépressive des fonctions de la vie organique s'observe dès la période d'excitation de la vie de relation.

(1) D'après Moreno y Maïz. Thèse citée.

y Maïz qui, en expérimentant, a de plus rencontré dans le tube digestif une grande quantité de la coca ingurgitée.

Nous avons, d'ailleurs, l'acide arsénieux, dont M. Marvaud a rapproché judicieusement l'action de celle de l'alcool, qui diminue aussi l'exhalation de l'acide carbonique, abaisse la température et amoindrit dans les urines la proportion d'urée, d'acide urique et des sels. Or l'explication, fort hypothétique, donnée précédemment de la puissance développée par l'usage des aliments dynamophores, est-elle, à un titre quelconque, applicable à l'acide arsénieux où ne figurent ni l'hydrogène, ni le carbone?

L'arsenic, les aliments dynamophores nous ramèneraient-ils, par hasard, à l'étincelle qui, au contact d'une poudre fulminante, devient l'occasion d'effets d'une singulière énergie? Oui, peut-être, mais à la condition que ces divers agents augmentent les actions chimiques. L'expérience prouve le contraire.

Dans une machine, tout ce qui diminue la combustion amoindrit le travail. Ici les actions chimiques étant diminuées, pour les systèmes nerveux et musculaire, le travail physique et intellectuel augmente. De là une conséquence de quelque intérêt pour l'activité cérébrale qu'on a été conduit à rattacher à un effet chimique, par cela même que l'exercice soutenu de l'intelligence détermine une exagération dans la formation de l'urée et de l'acide phosphorique (1). Or l'usage du café, de la coca surtout, diminue la production de l'urée, de l'acide phosphorique, tout en exaltant l'activité cérébrale; d'où la conclusion naturelle que l'action chimique n'est qu'une condition et nullement la cause de cette activité.

L'intelligence ayant été considérée comme une simple transformation de la chaleur, il est essentiel, pour l'harmonie et l'unité du système, de faire disparaître au plus vite une pareille antithèse. Il y a là un nouveau et sérieux *desideratum* dont une métaphysique malintentionnée ne manquerait point de se prévaloir et de tirer parti.

(1) Voir Byasson. *(Op. cit.)*

M. le Dr DE FLEURY,

Professeur à l'École de médecine de Bordeaux.

Du Dynamisme comparé des hémisphères cérébraux dans l'homme.

(Séance du 9 Septembre 1872.)

MESSIEURS,

Le peu de temps accordé à chacun de nous pour traiter le sujet choisi ne me permettrait pas d'exposer devant vous, avec tous les développements qu'elle comporte, la vaste question du *dynamisme comparé des hémisphères cérébraux dans l'homme.*

Je dois considérer comme un fait acquis, que vous êtes au courant des communications nombreuses qui, depuis déjà plusieurs années, tendent à établir l'inégalité fonctionnelle et partant organique des deux lobes antérieurs du cerveau. Je me propose, dès lors, plus particulièrement, — et, en cela, je crois rentrer dans l'esprit véritable de ce Congrès purement scientifique, — je me propose de rechercher expérimentalement le *déterminisme,* ou la cause directe, efficiente, de cette inégalité fonctionnelle des grands centres nerveux. Il y a déjà huit ans que j'ai indiqué — alors, comme une pure vue de l'esprit — qu'il fallait rechercher cette cause dans la disposition spéciale du système *artériel sus-aortique,* et particulièrement *céphalo-brachial.* J'ajouterai que la structure et la disposition du système veineux de retour est à étudier comme complément nécessaire des preuves que je vais essayer de fournir.

Ainsi, lorsque l'*habitude physiologique* reste encore en France, où le procès a été, pour la première fois, soulevé et discuté, comme l'argument concluant en faveur de cette inégalité, aujourd'hui peu contestée, nous venons tenter de prouver expérimentalement que cette *habitude* elle-même prend sa source dans des conditions anatomo-physiologiques, et ces conditions anatomo-physiologiques ne sont autres qu'une certaine différence dans l'intensité de l'hématose pour chaque lobe cérébral, par suite d'une disposition différente du système sanguin-vasculaire qui nourrit la substance nerveuse à droite et à gauche de l'encéphale.

Cette idée, de placer la substance nerveuse sous la dépendance comme développement organique et physiologique du système artériel, sert d'épigraphe au Mémoire que cette communication résume. Elle a été formulée par Serres (de l'Institut), lequel, dès 1827,

s'exprimait ainsi dans ses *Recherches d'anatomie comparée sur le développement du cerveau :*

« Les conditions d'existence des diverses parties de l'encéphale, » chez les animaux vertébrés, sont rigoureusement assujéties aux » conditions du *système sanguin-encéphalique*. Considérées dans leur » point le plus élevé, les différences de l'encéphale et de la moelle » épinière dans les quatre classes se réduisent à quelques artères » de plus ou de moins et à une différence dans leur calibre. Si un » embryon de la classe supérieure s'arrête dans le développement de » l'encéphale, il peut parcourir la vie fœtale sans cervelet, sans corps » calleux ; il tombe alors dans les conditions organiques des classes » inférieures, et il y tombe par l'absence ou l'atrophie de ses artères » encéphaliques. »

J'ai dit, Messieurs, que je n'entrerais pas dans de longs développements démonstratifs sur le fait même d'une inégalité fonctionnelle entre les deux hémi-cerveaux (c'est ainsi que nous désignerons le plus habituellement ces deux condensateurs d'énergie vitale qu'on nomme les lobes cérébraux antérieurs). Il importe, cependant, de rappeler brièvement sur quel ordre de faits repose cette grande donnée, aujourd'hui admise, d'une inégalité fonctionnelle entre le lobe gauche qui serait le plus puissant en *productivité cérébrale,* et le lobe droit qui, recevant de la périphérie des impressions égales et étant doué d'une énergie de réaction un peu inférieure, resterait, par le fait, le représentant en quelque sorte plus spécial de l'*affectivité cérébrale,* tout en conservant les mêmes propriétés d'*effectivité* intellectuelle et motrice, seulement à un degré moindre.

Mais, tout d'abord, établissons que, si la parité et la symétrie sont la loi générale pour la structure des êtres vivants, cette disposition, non seulement n'est pas soumise à des conditions d'égalité rigoureuse, mais encore n'est le plus souvent qu'imparfaite, de telle sorte que, si la symétrie existe, la parité n'est qu'incomplète et relative.

En effet, en observant de près et en comparant les organes doubles, on s'assure promptement que cette inégalité n'est pas exclusivement le propre des organes qui sont sous la dépendance directe de l'innervation encéphalique, mais que d'autres, dont le fonctionnement est spécialement dévolu aux actes de la vie végétative sont inégaux, tout en étant pairs. Il n'est pas seulement vrai que la plupart des hommes ont une main, un œil, une narine, une oreille, etc., plus volumineux, plus puissant en énergie fonctionnelle que l'organe congénère; on sait aussi que le cœur gauche est plus fortement charpenté que le cœur droit; que le rein gauche offre, neuf fois sur dix, un quart de plus en volume et en poids que son correspondant; que

les deux poumons ne sont pas lobés de la même façon ; que la cloison des fosses nasales n'est pas rigoureusement sur la ligne médiane; que le testicule gauche est ordinairement plus volumineux que le droit et descend plus bas; que, chez la vierge, l'utérus oblique de haut en bas et de droite à gauche, et n'est pas situé sur la ligne médiane; que la grande veine azygos est, sauf des anomalies, impaire, et, par conséquent, asymétrique, quoique non située sur la ligne médiane, puisqu'elle est couchée d'un côté de la gouttière vertébrale; il serait possible d'allonger encore cette énumération. Telle quelle, elle suffit à démontrer que le génie de Bichat avait trop cédé aux idées de généralisation, en posant l'égalité et la symétrie comme une loi en quelque sorte mathématique de la structure du corps humain. Il devait donner lui-même un démenti à sa propre doctrine, car Bichat avait un hémisphère cérébral notablement plus puissant que l'autre, et, comme on peut s'en assurer en examinant son crâne dans l'atlas de Leuret, c'est le côté gauche qui l'emportait, chez lui, sur le côté droit.

Vous le voyez, Messieurs, l'inégalité des lobes cérébraux n'offre rien d'exceptionnel dans la structure de l'organisme humain.

Cette inégalité repose sur des données *anatomiques, physiologiques* et *pathogéniques*. C'est à un illustre girondin, Pierre Gratiolet, que remonte l'honneur d'avoir donné le premier fondement anatomique à l'hypothèse de la prééminence du lobe gauche sur le droit, en faisant connaître que, dès l'état fœtal, les premières empreintes des anfractuosités, les premières saillies des circonvolutions se dessinent sur le lobe antérieur gauche, avant d'apparaître sur le lobe antérieur droit. Depuis, en France surtout, par l'initiative de M. Broca, qui a imprimé le premier un cachet scientifique à l'idée d'une prééminence dynamique du lobe gauche sur le droit, des mensurations et des pesées comparatives ont été faites; et leur résultat général a été de confirmer les données physiologiques. En Angleterre, très récemment, M. Charlton Bastian, a trouvé un procédé singulier, mais ingénieux, de peser comparativement les hémisphères cérébraux. Partant de cette donnée qui semble aujourd'hui acquise à la science, que dans le cerveau la substance grise seule possède des propriétés cérébrales productives, tandis que la substance blanche est un simple tissu connectif, M. Charlton Bastian réduit la supériorité organique et fonctionnelle de chaque hémisphère à la présence de plus ou moins de tissu connectif dans l'organe.

Parmi les faits physiologiques qu'appuie la même donnée, nous citerons celui-ci, qui est du domaine de tous, et que caractérise une manière d'être commune à l'immense majorité des individus humains,

dans toutes les races. Partout, en effet, l'homme agit en *droitier*, c'est-à-dire exécute à l'aide de la main droite les œuvres de force et d'adresse. L'enfant, il est vrai, paraît naître ambidextre. Cela tient à ce que, non exercé, il n'a pu encore faire un choix en pratiquant la division du travail. Aussi n'affecte-t-il encore aucune préférence pour l'une ou l'autre main. On pourrait dès lors objecter que, s'il devient *droitier* en grandissant, c'est en vertu de l'éducation qu'on lui donne, par *habitude* physiologique; je suis loin de nier l'influence de l'*habitude physiologique*. J'observerai seulement que l'éducation n'est pas là si toute-puissante que l'on ne constate bon nombre de gauchers (tous les vrais gauchers sont dans ce cas), qu'aucune éducation n'a pu rendre *droitiers*. J'ajoute qu'il serait singulier que, sans communication ni concert d'aucune sorte, en l'absence de toute raison anatomique, les peuplades de toute couleur et de toute race aient toujours et partout donné à la main droite la prééminence sur la main gauche. L'origine de cette habitude doit prendre sa source première dans des conditions anatomiques spéciales. Ces conditions anatomiques, elles résultent, pour nous, de la structure différente des ajutages sanguins qui, à droite et à gauche, mettent le cœur en communication avec le cerveau.

Chacun sait que les nerfs céphalo-rachidiens s'entre-croisent dans le bulbe, de telle sorte qu'une lésion dans l'hémisphère gauche influence le côté droit du corps et réciproquement. La prééminence des membres du côté droit sur ceux du côté gauche constitue donc déjà un argument puissant, — du moment où il est acquis que toute lésion organique de l'hémi-cerveau gauche influence les fonctions du côté droit du corps. — Cet argument puissant est en faveur de la supériorité dynamique du lobe antérieur gauche sur son congénère droit.

Mais c'est surtout l'étude de certains faits de physiologie pathologique qui rend évidente l'inégalité fonctionnelle des lobes cérébraux. Parmi ces faits, il importe de citer au premier chef la coïncidence de la perte de la faculté du langage articulé avec une lésion du lobe cérébral antérieur gauche et l'hémiplégie du côté droit du corps.

C'est le professeur Broca, — malgré certains contestes de M. Dax père, — c'est M. Broca qui a élevé l'observation de ce fait au niveau d'une vérité scientifique, et il en a fait la base d'une théorie nouvelle attribuant, au point de vue de la productivité cérébrale, une prééminence au lobe gauche sur le lobe droit du cerveau. Dès le mois d'août 1861, notre illustre compatriote girondin établit, dans le *Bulletin de la Société anatomique*, la coïncidence de l'*aphémie* avec la lésion de la troisième circonvolution frontale du lobe gauche. En

1865, devant la Société d'anthropologie, il élève en généralisant la question. Il dit :

« L'hémisphère qui tient sous sa dépendance les mouvements du » membre droit, est plus précoce dans son développement que l'hé- » misphère opposé. On comprend ainsi pourquoi, dans les premiers » jours de la vie, le jeune enfant se sert de préférence des membres » dont l'innervation est alors la plus parfaite, pourquoi, en d'autres » termes, il devient droitier. Si nous considérons le phénomène par » rapport au cerveau, et non par rapport à ses agents mécaniques, » nous dirons que la plupart des hommes sont naturellement gau- » chers du cerveau.

» Dès lors, il ne répugne pas d'admettre que l'hémisphère cérébral » le plus précoce et le plus développé, soit plutôt que l'autre en état » de diriger l'exécution et la coordination des actes intellectuels et » musculaires qui constituent le langage articulé. Ainsi naît l'*habi- » tude* de parler avec l'hémisphère gauche; et cette *habitude* finit » par faire si bien partie de notre nature, que lorsque nous sommes » privés des fonctions de cet hémisphère, nous perdons la faculté de » nous faire comprendre par la parole. »

Mais comme si l'éminent professeur s'était trop avancé dans le champ de l'induction, il s'empresse d'ajouter ce correctif : « Loin de » nous la pensée de partager l'homme en deux êtres distincts, comme » le fit à un autre point de vue Ménard Simon du Pui *(De homine » dextro et sinistro,* Leyde, 1780*)*. L'*habitude* que nous prenons dès la » première enfance, de répartir le travail entre nos deux hémisphères » et de demander de préférence au gauche les actes les plus difficiles, » finit par devenir une seconde nature. Mais cette spécialisation de » fonctions n'implique pas l'existence d'une *disparité* fonctionnelle » entre les deux moitiés de l'encéphale. » *(Bulletins de la Société d'an- » thropologie,* t. VI, 3e fascicule, p. 385.*)*

Cette citation suffit à prouver que M. Broca est le véritable initiateur, au point de vue physiologique, de la doctrine que nous cherchons à justifier et expliquer ici. Mais l'éminent professeur qui, tout récemment encore nous communiquait ses idées sur ce sujet, se borne à invoquer, comme explication de cette inégalité fonctionnelle, l'éducation et l'habitude. « Dans ma pensée, nous disait-il tout » récemment, il faut distinguer dans l'encéphale les propriétés en » quelque sorte nécessaires à la vie animale, telles que le comman- » dement de la myotilité et l'enregistrement des phénomènes de sen- » sibilité physique, il faut distinguer ces propriétés des facultés de » sociabilité et de perfectibilité qui sont le propre de l'intelligence. » Pour les premières, les deux cerveaux ont les mêmes aptitudes,

» pour les secondes seulement la gauche joue un rôle plus capital. «

On voit par cette citation que l'illustre professeur s'arrête à l'explication par l'*habitude physiologique,* l'éducation.

C'est en recherchant le déterminisme de cette habitude dans un développement céphalique plus précoce à gauche, et surtout en expliquant cette différence par une différence dans les conditions de l'hématose cérébrale que nous différons de l'opinion de M. Broca, ou mieux que nous cherchons à en donner la raison organique. Certes! nous sommes loin de nier l'influence de l'éducation sur l'organisation physique; sous cette influence, les conditions même anatomiques finissent par se modifier. Mais ce sont précisément ces modifications organiques consécutives à l'habitude ou à l'éducation physiologique, c'est-à-dire à quelque chose de mobile, ce sont ces conditions organiques qui deviennent ensuite, dans la reproduction de l'espèce, le véritable déterminisme des aptitudes spéciales.

L'orateur cite ensuite, pour donner plus de poids à la constatation de l'inégalité dynamique entre les deux hémi-cerveaux, l'opinion de l'illustre et vénérable président de la Section, le professeur Bouillaud.

C'est dans une discussion à l'Académie de médecine, sur l'aphasie, au sujet d'un rapport de M. Lélut, que M. Bouillaud s'exprimait ainsi, dans les séances des 4 et 11 avril 1865 : « J'aurai sans doute à revenir » sur la localisation à gauche, singulière au premier abord, je » l'avoue;... mais qu'il me soit permis de déclarer que cette localisa- » tion n'est pas aussi extraordinaire, aussi étrange que semble le » croire M. Lélut. En effet, parmi nos organes doubles il en est qui » offrent une particularité qui ne diffère point, au fond, de celle dont » il est question au sujet des hémisphères cérébraux. Qui ne sait, en » effet, que malgré l'identité de fonctions qui d'une manière générale, » existe entre nos membres gauches et nos membres droits, il est » cependant un certain nombre des actes auxquels ils sont affectés, » que nous exécutons, soit ordinairement, soit même exclusivement, » avec les membres droits? De là, cette expression si connue de » *droitier*. Serait-il absolument impossible que, pour certains actes » auxquels sont affectés les hémisphères cérébraux, la parole par » exemple, nous fussions pour ainsi dire *gauchers?* »

Nous pouvons ajouter dans l'ordre pathologique deux genres de faits aux arguments qui précèdent. Le premier groupe a trait à un travail encore inédit de notre part; on pourrait donner pour titre à ce travail : « *Étude des syndrômes comparés de l'hémiplégie apoplectique selon le côté où elle siége.* »

Un nombre considérable d'observations recueillies par nous pendant sept ans, soit dans notre service des hospices de la vieillesse et des

incurables, soit dans la clientèle de ville, nous a permis de constater que, toutes choses égales d'ailleurs, la paralysie du côté droit, à la suite de l'ictus apoplectique cérébral, possède une symptomatologie différente de la symptomatologie qui accompagne la paralysie du côté gauche du corps, à la suite d'un raptus sanguin dans l'hémisphère droit du cerveau. Ces différences, que nous ne pouvons ici qu'énumérer sommairement, se résument ainsi : dans l'hémiplégie à droite, qui dépend d'un ictus apoplectique dans le lobe cérébral gauche, c'est surtout la motilité et la myotilité qui sont atteintes : la déglutition, la respiration, les moteurs oculaires, les filets moteurs de la langue, etc., sont lésés, mais la sensibilité tactile, profonde, sensorielle, reste la plupart du temps intacte.

Par contre, si l'hémiplégié apoplectique a été frappé dans les membres du côté gauche, on observe premièrement que, toutes choses égales d'ailleurs, le pronostic est toujours moins grave; souvent alors, en effet, la santé peut revenir, ou bien la vie se prolonge des semaines, des mois, des années entières. Mais si l'on étudie attentivement les fonctions de la sensibilité, on s'assure vite que le tact, la vision, l'odorat, l'ouïe, sont plus ou moins anesthésiés seulement du côté gauche : on constate que la moitié gauche de la langue a perdu la propriété de gustation : c'est surtout peut-être, dans l'étude comparée des symptômes de la paralysie de la vessie qu'il est curieux de constater cette différence. Ajoutons que lorsque le côte droit du corps est frappé, il l'est le plus souvent sans prodrômes : le malade a été en quelque sorte sidéré. Au contraire, dans l'hémiplégie du côté gauche du corps, des douleurs articulaires, simulant une affection rhumatoïde chronique, ont précédé le plus souvent l'attaque.

L'orateur ajoute qu'il a publié sous ce titre : *de l'Hémiplégie hystérique ; pourquoi elle siége le plus habituellement à gauche*, une monographie établissant pour quelles raisons le lobe cérébral droit, qui préside aux sensations et mouvements de la moitié gauche du corps, est fonctionnellement atteint, et non le lobe droit. De ces récherches l'auteur induit que les deux hémisphères cérébraux ne sont point essentiellement des agents de sensibilité différente; mais que, par suite d'une force inégale, sous l'influence des mêmes impressions périphériques dans l'hystéralgie, le côté droit du cerveau moins puissant à se décharger, par des mouvements réflexes, des incitations accumulées par l'hyperesthésie nerveuse, que son congénère, est le premier accablé; d'où la paralysie à gauche. Cette paralysie est tellement *analgésique,* qu'on peut délimiter rigoureusement avec une épingle la ligne médiane du corps, en marquant le point où la sensibilité cu-

tanée finit et commence. L'étude de l'atrophie unilatérale acquise du cerveau a conduit le professeur de Fleury aux mêmes conclusions.

Après avoir établi comment l'anatomie de l'embryon, la physiologie de la dextérité, la pathogénie clinique de l'aphasie, suffisent à prouver l'inégalité fonctionnelle et organique même des lobes cérébraux antérieurs, l'orateur fournit des preuves à l'appui de sa théorie, faisant dépendre d'une inégalité dans les conditions de l'hématose, l'inégalité fonctionnelle des hémisphères cérébraux (1). Il réfute successivement trois ordres d'objections tirées : la première, de ce que le vide n'existant pas dans les vaisseaux sanguins, la vitesse serait partout égale; la seconde, de ce que les premiers ajutages qui se présentent à la colonne de sang propulsé du ventricule gauche doivent plus facilement recevoir la veine liquide; la troisième, de ce que, à la bifurcation du tronc brachio-céphalique, la vitesse doit s'activer pour la carotide droite, ce qui rétablirait l'équilibre.

La première objection a été soulevée par Bichat. Poiseuille a institué, il y a plus de trente ans, des expériences tendant à la confirmer sur le cheval. Mais ces expériences manométriques sont détruites par les expériences contradictoires de Cl. Bernard, lequel, plongeant les deux branches d'un *manomètre :* l'une, dans l'artère iliaque; l'autre, dans la carotide, a démontré que la force d'impulsion et la vitesse du sang s'affaiblissent d'autant plus qu'on s'éloigne davantage du cœur.

Pour la seconde objection, argüant de la capacité plus grande de l'orifice brachio-céphalique, et de l'ordre dans lequel se présentent les vaisseaux sur la convexité de la crosse, M. de Fleury fait observer, premièrement que ces divers ajutages sont implantés de telle façon que le *premier* est dirigé de bas en haut et de gauche à droite, tandis que l'ondée fluide est poussée par la systole ventriculaire de droite à gauche dans la crosse aortique, d'où résistance et perte de travail, par suite, de contrariété dans le cours du sang. La carotide gauche, au contraire, s'embouche selon un axe sensiblement perpendiculaire sur la convexité aortique, sans contrarier ni favoriser l'appréhension de la veine fluide; enfin, la sous-clavière gauche, qui se trouve la plus éloignée, s'incline de bas en haut et de droite à gauche, favorisant ainsi merveilleusement la montée du sang. Une preuve expérimentale

(1) L'auteur se permet de rappeler qu'il soutient depuis plus de sept ans cette idée de la subordination de l'inégalité fonctionnelle des hémisphères cérébraux à une disposition asymétrique du système sanguin sus-aortique, et que c'est à tort que, dans le cours de cette année, à la *Société royale de Londres,* sir Williams Ocle discutant avec les sirs Savary et Charlton Bastian, a voulu s'attribuer pour son propre compte une théorie, dont M. de Fleury a déjà maintes fois donné la formule dans des publications successives et diverses sur les fonctions du système nerveux cérébro-spinal.

et clinique que la plus grande proximité de l'orifice brachio-céphalique, par rapport au ventricule gauche, ne favorise en rien la montée du fluide pour ce tube, c'est que si un caillot fibrineux se détache du cœur pour aller faire *embolie* dans l'encéphale, huit fois sur dix, c'est dans la sylvienne gauche, non dans la droite, que se retrouve le caillot (voir à ce sujet les recherches de Lancereaux).

Quant à la troisième objection, s'appuyant sur ce que à la bifurcation du tronc brachio-céphalique, il existe un rétrécissement brusque qui, d'après la théorie même de l'auteur, doit accélérer la vitesse, l'orateur répond en faisant observer : premièrement, que ce n'est plus sur la totalité de l'ondée liquide (la sous-clavière droite en détourne plus de la moitié à son profit), mais sur une partie, par conséquent sous une pression moitié moindre, que le sang s'engage dans la carotide primitive droite. L'orateur montre, en outre, par la structure même et la direction des vaisseaux bifurqués à l'extrémité du tronc bachio-céphalique, qu'il faut bien tenir compte de la présence de l'éperon et de la coudure des origines des vaisseaux, deux causes de frottement, de perte de travail, et partant de ralentissement.

M. de Fleury présente des pièces naturelles, avec la mesure de la moyenne des aires artérielles sus-aortiques pour chaque calibre; cette moyenne est, chez l'adulte, d'après vingt-huit nécropsies: $49^{mm.q.}$ pour la sous-clavière droite, $31^{mm.q.}$ pour la carotide primitive droite, $35^{mm.q.}$ pour la carotide primitive gauche, et $38^{mm.q.}$ pour la sous-clavière gauche. En somme, pour les vaisseaux de droite $49 + 31 = 80$, et pour ceux de gauche, $38 + 25 = 63$. Mais, dans la répartition, on voit que tous ces chiffres sont à l'avantage de l'hémi-cerveau gauche, car, à droite, c'est la sous-clavière du membre supérieur qui prend pour elle le chiffre supérieur de 49, et ce bras droit est précisément sous le commandement du lobe antérieur gauche, lequel reçoit son sang d'une carotide primitive, dont l'aire est de $35^{mm.q}$, tandis que l'aire de la carotide primitive droite est seulement de $31^{mm.q.}$

M. de Fleury a cherché, dans des *tracés* minutieusement pris de la *sphygmographie* des carotides primitives simultanément observées, une confirmation nouvelle de sa théorie. Il exhibe à la réunion plusieurs de ces tracés qui tendent à prouver : 1° qu'il y a une différence minime, mais constante, entre la tension des deux carotides primitives; 2° que cette différence consiste en ce que, à droite, après la bifurcation du tronc brachio-céphalique, le tracé est anguleux, saccadé, avec une ligne d'ascension moins verticale, un plateau supérieur légèrement convexe et une ligne de descente très saccadée, mais plus directe qu'à gauche. Les tracés fournis par la carotide gauche montrent que, de ce dernier côté, la ligne d'ascension se

rapproche plus de la verticale, le plateau est moins accentué et la ligne de descente plus oblique dans sa déclivité, moins saccadée. Il y a donc de ce côté plus de régularité, de continuité et d'égalité dans la succession des ondes liquides. Des tracés correspondants pris chez des gauchers sur les humérales et les carotides donnent des résultats spéciaux. M. le professeur de Fleury produit ces tracés.

Il ajoute que des expériences de calorimétrie unilatérale qu'il complétera, grâce à la grande obligeance de M. le professeur Broca, lequel met à sa disposition sa *Couronne thermométrique*, ajoutent un appoint nouveau à la thèse qu'il soutient.

M. de Fleury a voulu rechercher dans les onze ordres des mammifères quelles étaient les principales dispositions artérielles susaortiques, afin de comparer ces dispositions aux instincts et aux aptitudes des animaux qu'elles caractérisent. Ces recherches l'ont conduit à de curieux rapprochements. Parmi les quadrumanes, par exemple, l'orang-outan et le chimpanzé ont le système artériel susaortique de l'homme. On sait que ces singes-là sont sociables. Le magot, au contraire, espèce cruelle, insociable, qui vit retiré à l'extrémité méridionale de l'Europe, est artérialisé comme le tigre.

Parmi les *carnassiers,* les plus cruels des digitigrades et des plantigrades ne reçoivent sur la convexité de la crosse aortique que deux émergences artérielles. A droite, une sorte d'aorte antérieure sur laquelle naît : 1° la carotide gauche, et plus haut, par bifurcation, la sous-clavière droite et la carotide droite. La sous-clavière gauche naît absolument indépendante à l'autre extrémité de l'arc aortique. Le tigre, le putois, le furet, la belette, l'hermine, tous féroces et sanguinaires, possèdent cette organisation qui fournit d'abord à l'hématose de l'hémi-cerveau gauche, puis simultanément au membre antérieur droit et à l'hémi-cerveau droit. Les pachydermes et les ruminants offrent une grande variété dans le type du système artériel susaortique. Ceux de ces animaux qui sont appelés à fournir de longues marches ou des courses rapides (le cheval, le zèbre), possèdent une longue aorte antérieure, laquelle fournit d'abord la sous-clavière gauche, puis un peu plus haut, et seulement après, par une bifurcation terminale, les deux carotides primitives, qui naissent parfaitement parallèles. Chez ces animaux à marche prolongée ou rapide, c'est l'hématose des membres qui a été assurée avant celle des hémisphères cérébraux, et la singulière longueur de leur aorte antérieure s'accorde merveilleusement avec la nécessité des courses véloces et des bonds énormes. Parmi les ruminants à cornes caduques, le cerf, le daim, le chevreuil, l'élan, ont cette structure.

Tous les pachydermes ne sont pas doux comme le cheval. Le san-

glier, qui est bien un pachyderme, mais un pachyderme féroce, passant facilement, par suite de ces habitudes, de la nourriture végétale à la nourriture animale, le sanglier, comme d'ailleurs le cochon domestique, possède le système artériel sus-aortique du tigre et du putois.

Un troisième type de système artériel sus-aortique des pachydermes, est celui de la famille des proboscidiens. On ne saurait demander à l'éléphant d'être droitier. Pour supporter cette masse immense, il fallait des membres gigantesques et des artères puissantes pour les hématoser. Aussi voit-on à droite et à gauche de la crosse de l'aorte, naître très indépendamment sur cette convexité, la sous-clavière droite et la sous-clavière gauche. Entre les deux, s'élève une sorte d'aorte antérieure ou carotide commune, laquelle est très allongée, comme chez les animaux qui doivent marcher longtemps.

L'ordre des rongeurs offre, toujours au même point de vue, des différences également curieuses. Dans cet ordre, le castor, le loir, le surmulot, la gerbille, animaux ou sociables ou très adroits, véritablement dextres, sont artérialisés comme l'homme. Au contraire, le porc-épic, qui est moins gourmand que le rat, moins adroit et moins sociable que le castor, possède la même disposition que le mouton et les ruminants légers et doux. C'est-à-dire qu'une longue aorte antérieure fournit d'abord la sous-clavière gauche, plus haut la sous-clavière droite, et, comme bifurcation terminale, deux carotides parallèles et partant du même point. Enfin, il est des rongeurs assez féroces ou du moins méchants quand on les excite, d'autres encore étant doux, comme le cabiaï, mais munis de mâchelières relativement puissantes, comme les carnivores, tels le lapin, l'écureuil, la marmotte, etc. Ceux-là ont encore un système spécial d'artérialisation sus-aortique.

Nous pourrions prolonger longtemps ces remarques, qui seront d'ailleurs, de notre part, le sujet d'une étude détachée. Bornons-nous à conclure en disant que partout, chez les mammifères, la disposition du système artériel sus-aortique paraît répondre aux fonctions de la vie de relation des animaux qui en sont porteurs. Le système de la *dextérité,* celui de la *férocité,* un troisième de la *vélocité,* un quatrième, qu'on pourrait appeler de la *solidité,* et enfin un cinquième, de l'*ambidextérité,* pourraient être constatés. Otto Barkow, Owen, Cuvier, Meckel, Daubenton, etc., etc., permettent de recueillir sur ces faits les détails les plus précis. Et ces caractères nous ont paru de telle valeur, que nous pensons qu'en présence de dispositions organiques si importantes et si différentes dans les mêmes

ordres, il est permis de prévoir le jour où une nouvelle classification zoologique sera reprise, basée non plus sur des caractères de dentition et d'ongulation, mais sur les propriétés mêmes du système nerveux céphalo-rachidien, déduits de la structure et de la disposition du système artériel aortique.

Dr DESMAISONS.

De la Folie en Guyenne au temps de Henri IV (1).

(Séance du 9 Septembre 1872.)

CHAPITRE PREMIER.

Quels motifs ont inspiré le choix du sujet? — Découverte du livre de Pierre Pichot, médecin bordelais du seizième siècle. — Montaigne.

Les longs détours ne se font d'ordinaire qu'à bon escient.

Pour quitter la ligne droite et reculer jusqu'au seizième siècle les recherches de tout genre que réclame une question spéciale pleine d'actualités, il faut, sans doute, avoir par devers soi de fortes raisons à opposer aux contradicteurs.

Le reproche auquel tout écrivain est tenu de se montrer le plus sensible et qu'il doit soigneusement écouter, c'est incontestablement celui de manquer d'à-propos. Avant tout, soyons de notre temps. Dans les questions du domaine scientifique, la pire erreur est l'anachronisme. Aujourd'hui, vu l'état actuel de la science de l'aliénation mentale, en prenant pour sujet d'une nouvelle étude le problème tel qu'il est exposé dans les termes qui servent de titre à ce travail, ne commettons-nous pas cependant, et au premier chef, une faute de ce genre?

En empruntant à la Guyenne les matériaux d'une histoire rétrospective de la folie, n'aurions-nous pas en outre, et à notre insu, décuplé les difficultés premières et rendu insurmontables les obstacles?

Des limites géographiques, dont l'utilité n'est pas tout d'abord évidente, présentent, lorsqu'il s'agit de remonter à trois siècles en arrière, un certain air de ressemblance avec de gênantes entraves.

Nous serions-nous, en effet, si étrangement abusé sur les résultats avantageux à retirer d'un semblable fractionnement? Ou bien n'est-ce

(1) Ce Mémoire constitue l'Introduction d'un ouvrage sur le même sujet que l'auteur doit faire paraître prochainement.

qu'une nouvelle expérience, doublement infructueuse, un essai propre à compromettre les intérêts d'une méthode que l'auteur prétend servir ?

Notre époque, nous en convenons, n'a autorisé personne à s'attarder dans la glaciale contemplation d'un passé dont elle n'a nul souci. En matière de psychiatrie, tout autres sont ses prétentions. La plus grande conscience que mettra dans ses recherches l'écrivain spécialiste n'empêchera qu'à demi le lecteur de considérer ce long travail, comme plus recommandable par le motif qui l'inspire que suceptible de conduire au but désiré. C'est en raison du degré d'application au côté positif des choses que la critique moderne accordera son attention : le reste lui importe moins. Elle ne sera donc que médiocrement disposée à accueillir un livre consacré aux origines de la médecine mentale dans notre pays, encore que le nom de Henri IV s'étale en majuscules sur la couverture, et je doute, à parler avec franchise, que l'indication géographique dont ce nom est précédé paraisse une recommandation de nature à dissiper les défiances.

S'il en est ainsi, il y aurait de notre part aveuglement ou présomption à ne pas essayer de réunir les arguments favorables à l'opinion toute contraire ; car, l'ayant embrassée, il faut la soutenir.

Notre empressement à la justifier démontrera au moins qu'en persévérant dans le dessein de circonscrire à ce point le sujet, nous avons tenu compte des objections, et que si nous nous sommes trompé, c'est après réflexion.

D'une manière générale, la méthode basée sur des études locales et rétrospectives ne mériterait-elle, au fond, ni cet excès d'honneur, ni cette indignité ?

Telle est la première question à résoudre. Il se pourrait bien que la vérité se rencontrât ici comme dans beaucoup de litiges, également éloignée de ces deux extrêmes, et qu'elle fût précisément dans le juste milieu. Toutefois, s'il est vrai, suivant l'opinion d'écrivains qu'on ne saurait taxer de tendances rétrogrades, que l'histoire soit « la forme nécessaire de tout ce qui est soumis aux lois de la vie » changeante et successive » (1). Si, d'autre part, on ne peut nier que les aspirations de la philosophie moderne nous portent à « rechercher moins ce que les choses sont ou ce qu'elles doivent » être par elles-mêmes, que ce qu'elles ont été et ce qu'elles sont » devenues » (2), le regard que nous jetterons sur les origines de la

(1) E. Renan, *Averroès et l'Averroïsme*, Paris, 1853, préf., p. 1.
(2) Ch. de Rémusat, *Revue des Deux-Mondes*, 1er novembre 1861, p. 5.

psychiâtrie dans une région déterminée, même restreinte, n'a plus rien d'étrange. Hâtons-nous d'en prendre acte; le projet de consacrer de longues veilles à ces études rentre donc, par le fait des déclarations sous lesquelles nous nous abritons, dans le mouvement général de la science moderne.

Quand même la substitution de la méthode historique à la méthode dogmatique n'aurait pas, dans plusieurs branches des connaissances humaines afférentes à la philosophie, obtenu les plus heureux résultats, en remplaçant « l'immobilité par la vie » (1), quand même ce changement dans les moyens d'investigation scientifique ne constituerait pas, selon l'expression du même écrivain, « le trait caractéristique du dix-neuvième siècle », le procédé qui consiste à faire converger les diverses parties d'un sujet vers un centre autour duquel graviteront hommes, événements et idées, une telle méthode, dirons-nous, rendra des services d'autant plus précieux que notre époque ne manque pas de documents spéciaux; il s'agit plutôt de les relier entre eux et d'interpréter les contradictions que présente l'histoire de la folie. Mais pour mettre de l'ordre dans cette confusion, les écrivains aliénistes doivent savoir borner le champ de l'observation autant en géographie qu'en histoire. Du reste, le tableau de la folie en Guyenne au temps de Henri IV a été déjà esquissé en partie. Certains côtés de cette période historique ont fourni matière à quelques développements; mais il n'y a là que des fragments isolés, des études incomplètes. A quoi attribuer cette insuffisance? D'où vient la possibilité de faire des découvertes sur un sol fouillé si souvent? Comment la critique appliquée à ce sujet est-elle si peu avancée et n'a-t-elle conduit souvent qu'à des résultats contradictoires? La critique a oublié le principe que nous chercherons à faire prévaloir : « Qui trop embrasse mal étreint, » dit le proverbe. Dès lors, si nous avons soin de limiter les conditions de temps et d'espace, nous regagnerons sans doute en exactitude, en précision, c'est-à-dire en profondeur, ce que nous abandonnons, en apparence, quant à l'étendue.

Pas d'autre remède au mal; on ne comblera les lacunes et surtout on n'expliquera les contradictions qu'à la condition d'en étudier attentivement toutes les parties dans leurs détails, sans jamais perdre de vue les diverses influences dont l'action tantôt se combine pour la même fin, tantôt se neutralise ou renverse les théories trop facilement acceptées comme l'expression de la vérité.

Si décisifs que nous paraissent ces arguments et si unanime que

(1) E. Renan, ouvrage cité, p. 1.

nous nous plaisions à supposer l'adhésion des juges compétents en faveur de la méthode qui mène de front l'étude de l'élément local et de l'élément historique à un moment donné et sur un point déterminé, encore est-il nécessaire d'exposer pour quels motifs, parmi les sujets si variés du ressort des études de ce genre, nous nous sommes arrêté de préférence à celui-ci plutôt qu'à tout autre.

Quelles raisons plausibles, ou, si l'on veut, quelles circonstances atténuantes invoquerons-nous en faveur d'un pareil choix? Une étude spéciale de la folie au temps de Henri IV semble, au premier abord, devoir aboutir à ce résultat que les conditions tendant à paralyser la marche de la science l'emporteront sur les influences moins défavorables : « *E pur si muove!* » D'où la nécessité d'en chercher l'explication.

Le mot : « *habent sua fata libelli,* » n'a jamais été mieux justifié qu'en ce qui concerne l'origine, le plan et l'exécution de ces études rétrospectives et locales.

Parmi les considérations nombreuses qui ont pesé dans la balance, les unes ont un caractère d'intérêt purement scientifique; elles sont indépendantes des circonstances particulières, elles se trouvent exposées à chaque page de ce travail, et elles en sont l'âme.

Les autres considérations nous touchent de plus près et jusqu'à un certain point peuvent être considérées comme nous étant personnelles; à ce titre, la prudence conseillerait peut-être de les passer sous silence. Mais, à mesure qu'on les envisage plus attentivement, on reconnaît que ce sont celles qui ont fixé notre détermination. Ne pas mettre les lecteurs de moitié dans la connaissance des motifs auxquels ce livre doit d'avoir vu le jour, ce serait s'exposer à donner le change et à faire preuve de la plus fausse modestie.

De quoi s'agit-il, en effet ? Moins d'initier le lecteur à des détails de peu d'importance, que de montrer que tout se lie et s'enchaîne dès que l'esprit philosophique préside à une étude quelconque, et qu'au sujet de la folie en Guyenne sous Henri IV, il serait impossible de rendre raison de notre préférence, sans toucher immédiatement à l'un des côtés les plus intéressants de la question des aliénés, au point de vue que nous devons apprécier aujourd'hui. Il est dans l'essence des recherches sur le passé de susciter, à chaque pas, des problèmes d'une actualité évidente. Expliquons-nous donc sans plus de retard.

Lorsqu'il y a déjà bien des années, par un désir naturel, je formai le projet d'approfondir la situation des aliénés dans le Sud-Ouest de la France, et principalement dans la Gironde où me ramenait ma destinée et où je venais fonder un établissement spécial, il advint

qu'au moment de livrer à la publicité les réflexions auxquelles cette étude m'avait conduit, des motifs faciles à deviner m'empêchèrent d'y donner suite.

Est-il nécessaire d'énumérer les raisons qui interdisent au médecin placé en dehors des services publics de s'immiscer dans les questions qui semblent être purement administratives?

Pour qui connaît l'organisation et le fonctionnement du régime des aliénés en France, il suffira de rappeler la séparation absolue qui existe, du moins en province, entre les attributions des médecins attachés aux asiles publics et celles des hommes de l'art dirigeant un établissement privé.

Cette séparation a été considérée comme un principe fondamental. La loi, si libérale dans son esprit, qui règle ces questions ne contient peut-être pas, il est vrai, de textes précis formulant l'incompatibilité; mais l'ensemble de ses prescriptions, ses règlements et l'usage ne laissent aucun doute à cet égard.

Puisque la révision de la loi de 1838 est à l'ordre du jour et qu'il n'existe guère d'article qui n'ait fourni matière à des plans de réforme plus ou moins justifiables, pourquoi les critiques n'ont-ils pas songé à démontrer que s'il y a, dans une certaine mesure, des inconvénients réels inhérents au mélange d'attributions, il n'est pas moins évident que le système contraire, aujourd'hui en vigueur dans notre pays, n'est pas davantage exempt d'inconvénients, s'il est trop absolu. A-t-on oublié cette tolérance accordée noblement aux droits d'Esquirol et qui laissa, dans les mains de ce maître vénéré, des fonctions regardées, depuis sa mort, comme inconciliables?

Voilà ce que n'ont point examiné nos modernes réformateurs. Croit-on, s'ils n'avaient pas eu leur objectif toute autre part, que cette thèse n'en eût pas valu bien d'autres? Quel parti n'en auraient-ils pas tiré, en montrant que, loin de tourner au détriment des grands intérêts confiés à la sollicitude administrative, la disparition d'un antagonisme fâcheux anéantissait bien des chances de malentendu et relevait la dignité professionnelle, au profit de tous !

Quels pouvaient être les effets d'un amendement aux principes dans ce sens ? Ce n'est pas ici le lieu de les compter. Toutefois, en ce qui a trait aux avantages et aux progrès de la science proprement dite, seul point que j'aie en vue, il en découlerait assurément plus d'un bon résultat.

Examinons, sous ce rapport, la situation d'un médecin d'établissement privé, au moment où il sent le désir d'exprimer son opinion sur les différends dont tout le monde s'occupe aujourd'hui, en la comparant à la situation du médecin attaché aux asiles publics.

Tandis que de vastes services hospitaliers fournissent en abondance à celui-ci des faits, dont la divulgation est la plupart du temps sans inconvénient, un secret rigoureux est la règle de conduite du premier. Combien de fois, dans l'alternative, ou de mettre en lumière une observation dont la connaissance serait de quelque poids dans les délibérations des sociétés savantes, ou de livrer à la curiosité un fait pouvant porter atteinte à la considération des familles, n'est-il pas détourné par ses scrupules ! A défaut d'observations individuelles, rapportées en détail, la statistique, embrassant un ensemble de faits, lui offrira-t-elle un terrain sur lequel il ressaisira une partie des avantages qu'il a perdus? Non, cette compensation ne lui est pas accordée.

Les chiffres, s'ils sont produits sans être accompagnés d'annotations, ne disent pas grand'chose, le plus souvent; s'ils sont, au contraire, suivis d'éclaircissements suffisants, ne laisseront-ils pas quelquefois planer sur l'auteur le soupçon qu'il n'a pu se détacher de certaines vues intéressées et qu'il n'a pas eu la force de les sacrifier à son devoir? D'ailleurs, les travaux statistiques, pour obtenir du crédit, ont besoin de s'appuyer sur des nombres considérables. Mais pourquoi continuerais-je plus longtemps un parallèle qui indique déjà la conclusion à tirer? De la sorte sont taries, pour les médecins aliénistes dont j'ai démontré la condition si défavorable, deux grandes sources de recherches.

Les moyens de diffusion des idées, des notions de plus d'un genre, que l'expérience leur aura permis d'acquérir, leur échappent également.

Est-ce à ces entraves qu'il faut attribuer la rareté, la disette de certains travaux de leur part? Il se peut bien qu'elle n'ait pas eu, jusqu'à présent, de cause plus puissante; il se pourrait aussi que l'avenir ne laissât pas moins à désirer sous ce rapport.

Telle a été certainement l'une des raisons qui les ont, dans plusieurs circonstances, engagés à étudier l'histoire de la philosophie de l'aliénation mentale. Les enseignements du passé, la comparaison des idées, des législations spéciales, du traitement de la folie chez les divers peuples, ne sont, à la vérité, nullement à dédaigner. L'érudition, si elle est vivifiée par des rapprochements entre ce qui exista jadis ou ailleurs et qui se passe sous nos yeux, peut se contenter de son lot : longtemps elle a été et longtemps encore elle sera l'étude des esprits supérieurs appelés à laisser un sillon lumineux dans la science.

Il fallait cependant autre chose, d'autres stimulants pour m'enhardir à entrer dans cette voie. Un hasard heureux, si on peut appeler

de ce nom le résultat d'investigations constamment dirigées vers un même but, a fait naître la première idée de ce livre. Le plan, une fois arrêté, les matériaux se sont augmentés chaque jour, ainsi qu'il arrive d'ordinaire, quand on retourne un sujet dans tous les sens et qu'on le creuse à fond.

Au point de départ, je désirais seulement mettre en lumière la découverte que voici :

En examinant dans la Bibliothèque de la ville de Bordeaux les documents assez rares qu'elle contient sur l'histoire de la folie, je trouvai un livre dont le titre, pas plus que le nom de l'auteur, n'est cité nulle part dans les œuvres de la littérature spéciale :

De
animorum
natura, morbis
vitiis, nonis horum-
que curatione ac medela
ratione medica
ac philoso
phica
Auctore Petro Pichoto Andegavo
Medico Burdigalensi
Burdigalae
Ex officina Simonis Millangii Burdigalensium
Typographi via Jacobea.
1574

Tel est son titre.

Un traité *ex professo* sur les maladies de l'âme, conçu dans un esprit philosophique, par un médecin bordelais de la fin du seizième siècle, méritait, sans contredit, l'attention des savants qui ont pris l'aliénation mentale pour le but de leurs recherches.

La notion scientifique de la folie, telle que Pierre Pichot l'avait dégagée des idées de son temps, ne pouvait pas ne pas être reprise de nouveau par ses successeurs; enfin, il fallait, au moins, s'enquérir des détails de biographie de ce patriarche des écrivains aliénistes français, et, dans un sentiment de juste réparation, consacrer quelques lignes à sa mémoire si longtemps délaissée.

Pour percer l'obscurité qui s'est faite avec les siècles, autour de son nom, l'histoire locale, les archives publiques furent mises à contribution, sans que le résultat répondît au zèle de savants auxquels nous demandions assistance. Nous marchâmes de déception en déception dans ces recherches. Rebuté par les obstacles qui, de tant de manières, barrent au médecin de province la route qu'il voudrait

suivre et lui conseillent l'abandon des travaux de toute nature, nous trouvions trop vrai pour nous ces mots échappés à Montaigne dans une heure de dépit : « J'écris chez moi en un pays sauvage, où personne ne m'aide ni me relève. » Nos yeux se tournèrent d'un autre côté.

Après nous être assuré qu'un second exemplaire du traité de Pierre Pichot avait échappé à la destruction et qu'il existait à la Bibliothèque de Paris, ayant vérifié que cet auteur y comptait même d'autres œuvres médicales également inconnues, nous priâmes un écrivain distingué, homonyme de Pierre Pichot, comme lui médecin et que nous supposions pouvoir être un de ses descendants, de nous aider à combler les lacunes trop nombreuses des indications locales.

Il serait malséant d'entrer à ce sujet dans le privé d'une correspondance dont nous n'aurions jamais fait mention, si elle n'avait eu pour résultat d'amener à la découverte d'un fait nouveau.

Le passage suivant rétablira la vérité en même temps qu'il rendra à qui l'a mérité l'honneur de la découverte que les journaux du temps nous ont attribué à tort; il dira par quel enchaînement de circonstances, au lieu de rester une simple analyse destinée à une œuvre d'un médiocre intérêt, ces recherches prirent un développement en rapport avec l'importance des questions soulevées.

« Avant de consulter sur place l'ouvrage *de Animorum natura,* » *morbis,* etc., j'avais espéré, m'écrivait M. Amédée Pichot (1), me » le faire prêter pour quelques jours. Au moment de me livrer le » volume, M. Taschereau a découvert sur le titre la signature de » Montaigne. Immédiatement l'ouvrage, enfoui jusque-là sous trois » siècles de poussière, acquérait une valeur considérable et recevait » le timbre de « *réservé* ». On a écrit au Dr Payen, qui a voué un » culte à Montaigne, et peut-être découvrira-t-il que Pierre Pichot » fut l'ami et le médecin du philosophe. Attendons quelque chose » de ce côté. »

Le Dr Payen est mort depuis que nos recherches, en commun, sur les liens qui auraient pu unir Montaigne et Pichot, ont été commencées. Elles n'avaient encore révélé aucun rapport plus direct entre ces deux illustrations de l'ancienne Guyenne. Il m'est resté le soin de compléter aujourd'hui, autant que possible, les travaux fatalement interrompus.

Un grand nom donne du prix à tout. Montaigne a mis sa signature sur le premier feuillet de l'œuvre obscure d'un médecin de son temps; l'œil du bibliophile l'y reconnaît : la postérité ne se bornera

(1) Lettre du Directeur de la *Revue britannique*, 20 mai 1861.

plus à l'examen des doctrines exposées par l'auteur : elle voudra se rendre compte du rôle rempli par lui dans le mouvement général des idées philosophiques de son siècle. Preuve nouvelle que le génie transforme et élève tout ce qu'il touche !

La logique ayant désigné aussi nettement le terrain sur lequel s'établira la discussion, un parallèle entre les données psychologiques contenues dans les essais et les vues que renferme l'œuvre de Pichot ne suffisait plus; l'horizon s'élargit. Or, plus on remonte vers l'origine d'une science, plus sont épars, dans un grand nombre d'écrits, les premiers documents qui s'y rattachent; on ne s'étonnera donc pas si le tableau de la folie en Guyenne au seizième siècle prend des aspects divers et emprunte des traits à des écrivains n'offrant, en apparence, que des rapports éloignés avec ce que ce titre donne à entendre.

Peut-être moins aisément admettra-t-on que nous ayons, dans un travail de ce genre, évoqué la mémoire d'un roi. Le lecteur le comprendra, s'il daigne faire quelques pas de plus en avant.

CHAPITRE DEUXIÈME.

Idées que représente ici le nom de Henri IV. — Rapports entre Henri IV et Montaigne.

Puisque Montaigne est psychologue et moraliste et l'un des plus fins et des plus sages philosophes, son nom n'aurait pas été déplacé en tête d'une étude destinée à grouper, autour du sujet qui nous occupe, les divers renseignements que l'investigation aura recueillis sur le mouvement des idées médico-psychologiques à l'époque où il vécut et dans le pays où il est né.

Les *Essais,* par la nature des questions si variées qu'ils abordent, ont une affinité incontestable avec les points que tout traité philosophique sur l'aliénation mentale ne peut se dispenser d'examiner. S'il était possible de reconnaître dans cette œuvre immortelle la moindre trace d'un emprunt aux idées discutées par le médecin Pierre Pichot, nous serions autorisé à de justes représailles contre le détracteur systématique des médecins : Montaigne devrait, dès lors, malgré lui, compter au nombre des écrivains que la médecine peut revendiquer comme siens; ce ne serait pas le seul exemple de grands services rendus à la science par ceux qui en contestent et en attaquent les principes. Mais, pas n'est besoin de songer à exercer une aussi innocente vengeance. Montaigne n'aurait pas apposé sa signature sur le titre de l'œuvre de son contemporain qu'il appartiendrait à l'histoire de la psychiâtrie en Guyenne, dans la seconde moitié du seizième siècle, par la supériorité de ses vues en ce qui touche à la science

des rapports entre la matière et l'esprit, autant et plus que par son origine toute gasconne.

Justice lui a déjà été rendue, puisque tous les écrivains qui ont publié des recherches sur la science de l'invisible à cette époque, signalent plus ou moins la part importante qui revient à l'auteur des *Essais* dans le progrès des idées. Au point de vue même de la méthode que nous tentons de faire prévaloir, Montaigne peut encore nous servir de guide. Comme s'il eût prévu de loin les dangers des généralités vagues, déja trop en crédit à son époque, il s'est occupé à mettre ses successeurs en garde contre les abus dont il était témoin ; il nous donne, en passant, des conseils qu'il est bon de ne pas oublier. A propos d'un sien serviteur, ayant résidé une dizaine d'années en Amérique et qui lui en faisait les descriptions, en jugeant les hommes et les faits à sa mesure, le philosophe a laissé tomber de sa plume les judicieuses réflexions suivantes : « Cet » homme que j'avais, était un homme simple et grossier, qui est » une condition propre à rendre véritable témoignage ; car les fines » gens remarquent bien plus curieusement et plus de choses ; mais » ils glosent et, pour faire valoir leur interprétation et les persuader, » ils ne peuvent se garder d'altérer un peu l'histoire. Ils ne vous » représentent jamais les choses pures : ils les inclinent et les mar- » quent, selon le visage qu'ils ont vu et pour mieux donner crédit à » leur jugement et nous y attirer, prêtent volontiers de ce côté-là la » matière, l'allongent et l'amplifient où il faut un homme bien fidèle » et si simple qu'il n'ait pas de qui bâtir et donner de la vraisem- » blance à des inventions fausses et qui n'ait rien éprouvé. Le mien » était tel..... Il nous faudrait des *topographes* qui fissent narration » particulière des endroits où ils ont été. Mais pour avoir sur nous » cet avantage d'avoir vu la Palestine, ils veulent jouir du privilége » de nous conter merveilles de tout le demeurant du monde. Je » voudrais que chacun écrivît ce qu'il sait et autant qu'il en sait et » non en cela seulement, mais en tous autres sujets (1). »

Voilà le gros de la doctrine ; nous en invoquons l'autorité en faveur des études spéciales qui vont suivre, tout en reconnaissant cependant que les garanties d'aptitude réclamées par son auteur, si on prenait ce passage au pied de la lettre, ne répondraient pas suffisamment aux exigences des sciences, arrivées à un certain degré de développement. Tenons-nous en à la signification réelle ; il ne s'agit, en effet, que d'une étude sur les origines d'un genre d'observations spéciales encore peu avancées ; ne nous méprenons pas non plus sur

(1) *Essais*, liv. I, ch. XXI.

ce que dit Montaigne des esprits à trop longue portée, des « fines gens », selon son expression, toujours enclins à « altérer un peu l'histoire ».

Le semblant d'apologie des intelligences simples, mais droites, « condition propre à rendre véritable témoignage, » n'est-il pas tout uniment une malice à l'adresse de ceux qui pèchent par l'excès contraire?

Aujourd'hui même, tant au point de vue des faits historiques exactement observés que pour les conclusions qui en découlent, les recommandations du vieux Montaigne ne sont pas tout à fait hors de saison; nous ne sommes pas seuls de cet avis : « Ce sont des » conseillers et des censeurs bons à écouter, après trois ou quatre » siècles comme au premier jour : Montaigne, sur tous les sujets et » à toutes les heures; Commines, sur les affaires d'État..... (1). »

Si le nom du philosophe n'a pas figuré sur le titre du présent ouvrage, ce n'est donc pas qu'il n'en eût le droit incontesté. La littérature médicale a d'ailleurs un précédent qui méritait, sous plus d'un rapport, d'être imité. N'était-il pas, en effet, tout naturel de dire « le temps de Montaigne », comme un savant et élégant écrivain a dit « le temps de Molière » (2)?

Mais Henri IV, par quelle attache prétendre qu'il tient d'assez près aux questions spéciales sur la folie, pour nous croire autorisé à substituer son nom à celui de Montaigne?

Si l'œuvre du médecin bordelais, Pierre Pichot, peut être considérée comme l'expression de la science spéciale, au point de vue de l'élément local et sous le rapport du temps de la publication; si les *Essais* en contiennent, dans maint et maint passage, les plus libres et les plus lumineux commentaires, on se demandera sans doute, avec une apparence de raison, quelles idées représente le nom de Henri IV en semblable compagnie, et surtout pour quels motifs nous lui avons donné la préférence?

Avant de répondre à cette question, disons d'abord sous combien d'aspects variés la folie peut être envisagée, même au point de vue des recherches locales et rétrospectives. C'est bien elle qu'on pouvait, selon l'expression du maître, appeler « un sujet ondoyant et divers ». Et d'abord, ne l'oublions pas, quelque changeantes que l'on suppose les modifications que subit cette infirmité sous la double action des lieux et des temps, il y a un autre fait dont la mobilité n'est pas moins évidente, c'est l'interprétation dont elle est l'objet.

(1) Sainte-Beuve, *Causeries du lundi*, 1850, t. I, p. 227.

(2) *Les Médecins du temps de Molière*, par Maurice Raynaud, docteur en médecine et docteur ès-lettres; Paris, 1852.

Des causes nombreuses y contribuent. Les préjugés, les superstitions régnantes, l'état des mœurs et de la législation qui, elles-mêmes, ne sont que l'expression de la race et du degré de civilisation et de la forme qu'elle revêt, font varier autant et peut-être plus encore que le progrès de la médecine le sens que chaque époque attache à ce terme.

« Beaucoup de mots ont changé de sens (1), » fait observer un des penseurs les plus ingénieux de notre époque, un compatriote de Montaigne. L'exemple dont il s'est servi pour différencier l'idée qu'indique le mot « liberté », selon qu'on l'étudie dans le monde ancien et chez les modernes, s'adapte, sous quelques réserves, à la signification du terme de *folie,* entendu comme il y a trois siècles et comme on l'entend aujourd'hui. Mais si le temps opère de tels changements, nous voyons aussi cette signification ne pas rester la même d'un pays à l'autre. Toute idée complexe éprouve le même sort : « Vérité en deçà des Pyrénées, erreur au delà (2)!» s'est écrié Pascal, en présence de l'incertitude des décisions et des bases mêmes de la justice humaine.

D'où je conclus à la nécessité de tenir compte, non seulement de l'élément local, mais encore et surtout de l'élément historique, et en donnant à l'étude des idées la priorité sur l'étude des faits, de ne pas hésiter dans le choix entre ces deux noms destinés à résumer, à personnifier cette double influence.

« Dans notre temps d'idées générales et d'abstractions philosophi-
» ques, a dit un maître illustre (3), on ne tient pas assez compte de
» cet élément individuel dans l'histoire des États; ils ont bien souvent
» dû à la pensée et à l'influence d'un homme leur bonne ou mau-
» vaise fortune, leur salut et leur ruine. » Ainsi de la philosophie et des idées et des problèmes divers, si multiples, en lesquels se résume la notion scientifique de la folie.

Car les mots *au temps de Henri IV* ne fixent pas, sous notre plume, la période comprise entre les dates de sa naissance et de sa mort, c'est-à-dire la seconde moitié du seizième siècle et les premières années de celui qui le suit. Ils n'indiquent pas seulement un fait chronologique; ils signifient bien davantage; ils s'appliquent surtout à l'action directe et personnelle qui appartient en propre au prince dont l'influence n'est pas, tant s'en faut, restée étrangère aux vicissitudes par lesquelles a passé l'idée, la notion de la folie.

Les historiens de Henri IV ont laissé planer des doutes sur ce qu'il a pensé, ils ont omis de juger certains actes qui n'auraient pas

(1) J. Joubert, *Pensées et Correspondances*, Paris, 1862, t. II, p 203.
(2) Pascal, *Pensées.*
(3) Guizot, *Revue des Deux-Mondes*, 1868.

dû être passés sous silence. Les uns l'ont dépeint comme supérieur à son temps, sous le rapport de toutes les superstitions, d'autres ont laissé entendre qu'il en a trop docilement subi le joug, mais ils ont négligé de dire en quoi il s'est réellement trompé.

Il y a lieu à révision des opinions reçues; il y a surtout des lacunes à combler. Le fait capital dont on ne saurait méconnaître l'intérêt scientifique, soit que Henri IV ait sacrifié à l'erreur, soit qu'il ait fait de son mieux pour en affranchir son siècle, c'est la puissance des exemples venant d'en haut. Sous ces divers aspects, nulle existence n'a été plus remplie que celle du Béarnais. En la suivant du berceau à la tombe, on rencontre à chaque pas des enseignements d'autant plus utiles à recueillir qu'ils ont le double avantage d'éclairer la question qui nous occupe et de rattacher des recherches spéciales à l'histoire de notre patrie. Ils la complètent sur le point resté jusqu'à présent le plus obscur.

Est-il permis, enfin, de l'associer à Montaigne, dans une œuvre commune? L'historien auquel nous devons le travail le plus consciencieux sur le règne de Henri IV (1), ne s'est-il pas arrêté devant ce qu'il considère comme une association inadmissible? On sait que l'auteur dont nous voulons parler n'a pas cru devoir faire figurer les *Essais* dans la catégorie des œuvres littéraires et philosophiques des contemporains du grand roi; il en a été blâmé; il a répondu aux critiques. Le procès est encore pendant devant l'opinion. Comme nous ne partageons pas son scrupule, qu'il nous soit accordé de mettre le lecteur à même de décider si nous avons tort ou raison.

« L'un de ceux qui ont jugé cette histoire au moment où elle » parut, dit Auguste Poirson dans la seconde édition qu'il en a » donnée, nous a demandé, même sur un ton de reproche, pourquoi » nous n'avions pas compris Montaigne dans notre catalogue et nos » appréciations des auteurs du règne de Henri IV. Nous ne l'avons » pas fait parce que Montaigne n'appartient à ce règne, ni par le temps » où il vécut, si on en excepte trois années absolument insignifiantes de son existence, ni par l'époque de la publication de cet » ouvrage, ni par le mode de la composition, ni même par son style » et son lexique, comme on peut s'en convaincre, en comparant » quelques-uns des chapitres des *Essais* avec les discours de Henri IV, » de Michel Hurault, de Du Vair, de La Menippée, avec des lettres » de Henri IV, de Pasquier, de d'Ossat. » Nous ne souscrivons pas sans réserve à ces opinions, même au point de vue purement littéraire; ce n'est pas non plus de quoi il s'agit de disputer.

(1) *Histoire du règne de Henri IV*, par Aug. Poirson. — Paris, 2e édit., 1869, t. III, p. 240.

Sous le rapport des questions dont ce travail doit chercher la solution, le problème change de face, il se pose en d'autres termes.

D'ailleurs, l'écrivain que nous critiquons n'a-t-il pas lui-même professé une opinion qui s'éloigne avec raison de la précédente, si l'on en juge par le début de sa première édition : « La France du temps » de Henri IV travailla, opéra, si l'on peut s'exprimer ainsi, sur la » situation que les derniers Valois lui avaient léguée; de plus, dans » tout ce qu'elle fit sous le premier Bourbon, il y a solidarité entre » elle et la moitié des nations de l'Europe. Ainsi foncièrement, essen- » tiellement, l'Histoire du règne de Henri IV est presque autant » dans la période qui précède que dans la période comprise entre 1589 et 1610. »

Nous ne saurions pas mieux dire pour le succès de notre cause. L'horizon gagne toujours à être élargi. Les questions philosophiques surtout ne se prêtent que difficilement à ces démarcations trop absolues. Enfin, un alinéa du même historien nous mettrait encore plus à l'aise, si besoin était; il rentre trop bien dans les vues auxquelles ramène l'histoire de la folie, tant il est vrai que des voies différentes suivies avec le même amour de la vérité conduisent au même but, pour croire n'avoir pas épuisé nos moyens de défense, si nous passions sous silence les derniers arguments.

« Le seizième siècle; qui offre la plus éclatante des contradictions, » le plus étonnant des antagonismes; qui, si on l'envisage sous un » certain point de vue, a été une renaissance en tout, qui a plus » favorisé le développement des institutions politiques et religieuses » chez quelques nations de l'Occident que les douze siècles précé- » dents; le seizième siècle, à le considérer par d'autres côtés et » même dans les événements les plus apparents, fit reculer la » liberté, les rapports internationaux, le droit public, la morale, » la vraie religion, les destinées de l'humanité. »

Les mêmes contradictions, les mêmes luttes, et, à leur suite, le même progrès, le même recul, se voient dans le mouvement des idées, dans la législation spéciale et jusque dans la marche de la psychiâtrie. Si le savant historien qui étudia le rôle de Henri IV avec tant de soin et d'érudition, n'avait pas laissé dans l'ombre, à dessein sans doute, le côté par lequel il touche à la question de la folie, sa perspicacité aurait découvert à quel point s'est incarné dans ce prince le double caractère qu'il a si bien saisi dans l'étude des institutions à cette époque.

J'irai plus loin : non seulement les noms de Montaigne et de Henri peuvent ici se substituer sans difficulté, mais encore nous les croyons inséparables; ils se complètent l'un par l'autre. Peu importe, aux yeux de la philosophie, que ce soit le prince de Béarn, le roi de

Navarre ou le roi de France qui occupe la scène. Autant vaudrait s'arrêter à distinguer dans Montaigne le conseiller au Parlement, l'écrivain ou le maire de Bordeaux.

En disant *au temps de Henri IV,* ce n'est donc pas, nous le répétons, uniquement d'un règne trop court qu'il s'agira. Mais après avoir exprimé le regret de ce qui nous semble une lacune dans l'œuvre de l'historien du règne de Henri IV, déclarons que la méthode et la critique dont l'auteur s'est servi avec succès, pour en retracer la gloire, nous ont dirigé dans la modeste sphère des questions qu'il a cru ne devoir pas aborder et que nous serions heureux, en suivant de loin ses traces, d'éclairer d'un jour nouveau.

Les documents qu'un admirateur de Montaigne a recueillis mettent d'ailleurs hors de doute l'existence des rapports directs entre le philosophe et le souverain.

Selon l'usage des châtelains honorés de la visite des rois, Montaigne, que tout son bon sens ne garantissait pas entièrement des fumées de la vanité nobiliaire et gasconne, a énuméré dans une note non destinée à la publicité, il faut le dire, les noms des personnages de marque à la suite du roi de Navarre, qui « me vint voir à Montaigne où il n'avoit jamais été, et il y fut deux jours, servi de mes gens, sans aucun de ses officiers, il n'y souffrit ni essai, ni couvert, et dormit dans mon lit. Au partir de céans, je lui fis élancer un cerf dans ma forêt qui le promena deux jours (1). »

Cette rencontre avait lieu le 19 décembre 1584.

Quelques années auparavant, s'étaient établies des relations plus importantes, au point de vue de l'histoire et de la philosophie, que ces témoignages d'estime par l'échange de courtoisies et par une chasse au cerf.

Les *Essais* en font mention, mais comme, pour des raisons de convenances qui honorent leur auteur, il n'a pas cru devoir désigner nominativement les personnes, ce passage n'a pas fixé comme il le mérite l'attention des historiens de Montaigne et de Henri IV.

« Il y a quelques années que je passai sur les terres d'un prince souverain, lequel, en ma faveur et pour rabattre mon incrédulité, me fit cette grâce de me faire voir en sa présence, en lieu particulier, dix ou douze prisonniers de ce genre (2)..... »

Étant d'avis que ces prisonniers avaient moins besoin de châtiments que d'ellébore et donnant à ce sujet des détails sur lesquels nous aurons à insister, Montaigne indique clairement à propos de

(1) *Documents inédits sur Montaigne,* recueillis et publiés par le Dr J.-F. Payen. Paris, 1855.

(2) *Les Essais*, liv. III, chap. XI.

quelles gens ce prince souverain tenait si fort à cœur « de rabattre l'incrédulité » du visiteur. Il n'est pas permis de conserver de doute sur la discussion. Quel était ce prince ? La réponse à cette question est encore plus facile à trouver. C'est en 1580 que le célèbre imprimeur bordelais, Simon Millanges, publia la première édition des *Essais*.

Les voyages de Montaigne en Allemagne et en Italie qui auraient pu lui procurer l'honneur dont il nous entretient, sont, comme on le voit, postérieurs à l'apparition de ses œuvres. Or, selon A. Grün, qui a réuni des documents biographiques sur Montaigne (1), la cour de Nérac reçut en 1578 sa visite. Je supposerais que Montaigne allait remercier le roi d'une distinction dont il a conservé le souvenir dans une note retrouvée dernièrement.

« 1577. — Henri de Bourbon, roi de Navarre, sans mon sçû, et moi absent, me fit dépêcher de Lectoure, lettres patentes de gentilhomme de sa Chambre (2). » Il est dès lors évident que c'est là qu'eut lieu l'entrevue, et que s'éleva entre Montaigne, dont les œuvres n'avaient pas encore illustré le nom et le souverain, alors âgé de vingt-cinq ans, la dispute philosophique dans laquelle l'avantage ne serait pas resté à la raison. On verra comme elle brille dans ce passage des *Essais* consacré à ce fait (1578). Dans un procès mémorable, survenu en 1610, le roi de France persévère; il n'a pas oublié les erreurs du roi de Navarre à l'endroit des sorciers. Il est vrai qu'en une infinité d'autres circonstances, Henri IV agira différemment.

Le manque d'unité, l'assemblage d'opinions et de sentiments les plus opposés offre en lui une contradiction flagrante; mais il reflète ainsi fidèlement les inconséquences de l'opinion de son temps et de son pays natal; voilà pourquoi, soit qu'il serve la cause du progrès, soit qu'il tombe dans les idées superstitieuses, il a droit à la préférence que nous avons cru devoir lui accorder. Nul, à ce double point de vue, n'a un rôle plus marquant dans la lutte engagée de son temps entre l'erreur et la vérité.

Si la découverte bibliographique dont les recherches sur l'œuvre de Pierre Pichot ont fourni l'occasion ne m'appartient qu'indirectement, elle n'impose pas moins l'obligation d'en poursuivre les résultats. L'indication nouvelle d'un fait historique resté méconnu de nos devanciers plaidera, j'ose l'espérer, en faveur d'un travail qui laisse tant à désirer.

(1) *Vie publique de Michel* (sic) *Montaigne; étude biographique,* par Alp. Grün. Paris, MD CCC LV (1855).

(2) *Réflexions sur la vie et le caractère de Montaigne,* par le vicomte Alexis de Gourgues, 1856.

L'étude locale et rétrospective de la folie aura eu l'avantage de mettre deux fois sur la trace de détails qui, si je ne m'abuse, ont un intérêt littéraire et historique indiscutable. Nos forces n'auront pas suffi à épuiser une mine si féconde, il est vrai; ceux qui nous suivront y trouveront toujours de précieuses richesses; mieux que nous ils sauront les faire valoir. Notre ambition n'est pas si haute : à chacun son lot.

CHAPITRE TROISIÈME.

Importance du sujet. — Méthode suivie. — Divisions principales.

Pour réussir à faire circuler la vie et à soutenir l'intérêt dans le cours d'un travail de longue haleine, que de choses dont nous aurions besoin, et qui nous manquent !

Quoiqu'il ne s'agisse en apparence que de fixer une des étapes dans la marche de la psychiâtrie, le sujet abordé par nous prend, aussitôt qu'on l'envisage dans son ensemble, un développement auquel il ne paraissait pas pouvoir se prêter dès l'abord.

Que de fois ai-je pu me convaincre des doutes qu'éveillait, dans l'esprit de juges compétents, le programme des recherches sur la folie en Guyenne au temps de Henri IV!

Tout au plus croyaient-ils à la possibilité de réunir le nombre de matériaux nécessaires à une simple notice. En réalité, un volume suffirait à peine à l'écrivain qui nous en donnerait l'histoire complète.

Ce n'est pas du manque de documents qu'il aurait à se plaindre. Les diverses branches de la philosophie ont reçu le souffle fécondant de la Renaissance. Si, au milieu des œuvres de tout genre qu'il a produites en foule, les écrivains aliénistes ne parvenaient pas aujourd'hui à recueillir une moisson suffisante d'indications utiles, c'est qu'ils n'auraient pas su en apprécier le sens. Les vérités y sont, nous ne le nions pas, mêlées souvent à beaucoup d'erreurs ; mais la mission du critique ne consiste-t-elle pas à extraire l'or ou le diamant de la gangue qui les enveloppe ? L'erreur elle-même n'a-t-elle pas aussi ses enseignements ?

Ce dont personne n'a jamais douté, c'est la difficulté de mener à bonne fin une pareille étude. Tout sujet, quelque simplifié qu'il semble, exige de grands efforts dès qu'il s'élève à la hauteur d'une question philosophique.

A défaut de la puissance de généralisation que cette œuvre réclamerait entre toutes, essayons d'y suppléer par la méthode ; peut-être, à force d'ordre, parviendrons-nous à un résultat satisfaisant, dans la

mise en œuvre des matériaux laissés trop longtemps sans emploi. Ici, rien qui soit indigne de l'attention : l'économie, convenable à la richesse même, devient la vertu indispensable, la sauvegarde de la médiocrité.

Le but général de ces recherches s'entrevoit aisément d'après ce qui vient d'être expliqué dans les précédents chapitres.

« Ainsi qu'un clou chasse l'autre, » comme disait Brantome, on a vu comment, par la force des choses, au médecin P. Pichot se substituait Montaigne, le philosophe, et à ce dernier Henri IV, l'homme d'action.

La distribution des documents relatifs à chacun des points donnant matière à examen dans cette œuvre, n'en constitue pas le côté le moins difficile à combiner, ni le moins important à faire connaître. Cette disposition méthodique n'a pas été non plus de premier jet.

Fallait-il se conformer à l'ordre de succession présenté par diverses particularités dont il a été fait mention ci-dessus?

Devrions-nous commencer le tableau des origines de la psychiâtrie par un commentaire analytique du *Traité sur les affections mentales,* publié à Bordeaux en 1574, sous le prétexte que là était le point de départ de nos recherches et que, mieux que tout autre ouvrage de la même époque, ce traité nous aiderait à résoudre le problème?

Au lieu de prendre une telle distribution pour règle, je n'ai pas hésité à intervertir cet ordre.

La solution des questions déjà agitées au temps de Henri IV appartient sans doute, de plein droit, à la médecine. La notion de la folie n'a pas rencontré de plus grand obstacle que l'oubli ou la négation de cette vérité. Mais précisément parce que cette vérité a été dédaignée, méconnue au seizième siècle, précisément aussi parce que nous la voyons contestée encore de nos jours, il y a un intérêt réel à sonder le terrain autour de l'obstacle, afin de découvrir les causes qui, agissant du dedans au dehors, ont arrêté l'essor de la science, comme le soulèvement du sol ou son affaissement empêchent d'y établir un édifice solide.

En débutant par l'examen de l'influence de la médecine, on irait droit à la question capitale sans s'inquiéter des moyens. Au cas où il deviendrait nécessaire de retourner sur ses pas, la voie se trouverait encombrée. Les divers éléments dont se compose la notion scientifique de la folie, avant d'être assimilés par la science médicale, doivent subir en d'autres milieux une élaboration. Non seulement ils offrent des caractères variables, selon le temps et le pays dans lesquels s'opère cette sorte d'incubation, et selon des conditions par-

ticulières, mais encore la médecine mentale présentera dans son esprit, dans ses tendances, des traits, une physionomie qui trahiront son origine.

Les superstitions populaires, on l'a souvent fait remarquer, se reflètent dans les formes de la folie à toutes les époques. Au seizième siècle, et avant et après, ce sont des puissances avec lesquelles il faut compter. Il n'y a pas que le vulgaire qui en porte le joug. Elles laissent, disions-nous, leur empreinte sur les manifestations du trouble mental, elles dominent aussi naturellement l'interprétation scientifique de cés phénomènes.

Il était donc nécessaire, sous peine d'arriver à la conclusion en négligeant les prémisses et en manquant ainsi à la loi constante des recherches historiques, de commencer par l'examen des idées générales, des opinions, des erreurs, des préjugés populaires.

Chaque siècle, chaque pays nous offre le spectacle de l'exagération de certaines vérités. C'est ainsi que les principes du spiritualisme, sans lesquels l'homme descendrait au rang des brutes, introduisent, dès qu'ils sont poussés à l'extrême, les plus dangereux ferments d'erreur.

Le seizième siècle, qui ne sut jamais garder la modération, en portait le germe dans son sein. L'influence qu'il est disposé naturellement à accorder aux causes occultes, son goût prononcé pour le merveilleux, n'eussent pas eu besoin d'être entretenus par le concours qu'ils lui prêtaient. Le penchant qui entraîne l'homme à revêtir d'une apparence de raison ses spéculations vaines et sans fondement, a maintenu dans l'esprit des masses le crédit des pseudo-sciences. Parmi ces dernières, le plus grand nombre repose sur le matérialisme grossier des croyances païennes. Le lecteur ne trouvera peut-être pas que leur examen tient une trop grande place dans cette première partie, s'il réfléchit à la faveur dont elles ont joui à cette époque.

D'autre part, il est évident que les tendances, le genre d'émotion, l'instinct dépendant de la race, du sang, modifient les préjugés populaires dans leurs rapports avec l'idée de la folie; alors, chez des peuples différents d'origine, mais dont les connaissances psychologiques sont arrivées au même degré, on voit la balance de la justice non pas osciller, mais pencher complètement tantôt vers la pitié, la tolérance et quelquefois même vers des respects superstitieux, tantôt, au contraire, vers l'extrême opposé. D'où la nécessité de se demander jusqu'à quel point les conditions ethnologiques du tempérament moral des hommes du Midi de la France donnent l'explication du caractère que nous offre dans cette contrée l'histoire de la folie.

Le soin attentif que les biographes de Henri IV ont mis à consigner, dans les écrits, les détails de son existence, favorise ce genre de recherches, et, à défaut de toute autre considération, la désigne de préférence à notre choix. On serait d'autant moins excusable de ne pas profiter du témoignage de ses contemporains, qu'il a exercé plus d'une fois la sagacité des critiques modernes. Henri IV, en passant, si l'on peut ainsi dire, de la théorie à la pratique, n'a pas démenti l'opinion généralement acceptée sur ce que les mœurs de son pays et de son temps ont offert de caractéristique ; par ses actes comme par ses intimes pensées, autant qu'on peut les pénétrer, Henri IV reste la personnification de l'un et de l'autre.

L'examen de la législation pouvait-il, devait-il être distrait de cette première partie?

A vrai dire, et vu la réciprocité de l'action des mœurs et de l'esprit public sur la législation, on tenterait en vain de tracer entre elles une ligne de démarcation absolue. Mais cette corrélation se trouve également, si l'on compare les superstitions populaires du seizième siècle et la médecine mentale à la même époque. Dès lors, il n'y aurait plus de motifs de séparer l'étude de cette dernière. Or, le classement systématique disparaissant, on retombe dans le chaos des généralités, dans le vague des aperçus dont nous essayons de sortir.

Malgré la subordination des faits du ressort de la justice à l'idée dominante, et quelque intimes que soient les liens qui les unissent, la deuxième partie de ce travail a un but parfaitement défini. Le rôle exercé par la magistrature sur l'idée, la notion de la folie, a été considérable au seizième siècle, principalement en Guyenne. Il n'est guère de litiges qui aient fourni autant à la discussion des jurisconsultes. La révolution, qui ébranla dans ses bases l'autorité, à cette époque d'agitations et de tourmentes, la lutte, l'antagonisme entre l'Église et le pouvoir civil, donnent à l'étude de la législation spéciale le principal aliment et son plus grand intérêt. Au point de vue scientifique, elle a aussi quelque importance.

On se doute bien qu'il ne serait guère aisé, à trois siècles de distance, d'arriver à saisir, dans les manifestations morbides, les caractères et les nuances que l'action des conditions locales proprement dites aurait imprimés à cet ensemble d'affections aussi variables que les troubles de la pensée ou les perversions de la sensibilité ; ces nuances qui se perdent dans l'éloignement, les médecins avaient la mission de les observer sur place, de les noter soigneusement au moment, et de nous en laisser un tableau exact; ils ne paraissent pas s'en être assez inquiétés, ils ont, du moins, trop négligé d'en consigner l'exposé fidèle dans les rares écrits sur la folie. Doit-on

leur en faire le reproche, quand nous voyons tant d'autres agir avec la même indifférence, et perdre une si belle occasion d'être toujours consultés avec fruit?.Mais la géographie de certaines formes que revêt l'aliénation mentale dans les diverses contrées, si jamais on la trace, sera, du moins en ce qui concerne la Guyenne au seizième siècle, édifiée presque uniquement à l'aide de matériaux amassés par les jurisconsultes de l'époque. A cette source, les écrivains philosophes et les médecins aliénistes de notre temps ont puisé les éléments sur lesquels la discussion est encore pendante; ils ont compulsé plus de dossiers et signalé plus d'arrêts et de jugements des tribunaux, et avec plus de profit qu'ils n'ont feuilleté d'ouvrages de médecine, lorsqu'ils ont tenté de constater, preuve en mains, la double influence des causes locales et du degré de civilisation sur les caractères de la folie, à cette heure critique de notre évolution sociale. Quoique nous nous soyons appliqué à ne pas sortir du cadre des considérations sur l'influence de la législation, la deuxième partie qui leur est consacrée a dû acquérir des proportions très considérables, mais en harmonie, ce nous semble, avec le nombre et la qualité des sujets qu'elle contient.

Est-ce parce qu'elle a été trop longtemps réduite à une position subalterne et dans une dépendance humiliante, pour ne pas dire absolument tenue à l'écart des questions de sa compétence, que la médecine n'occupe que le troisième rang dans ces recherches destinées à servir à l'histoire de la folie en Guyenne au temps de Henri IV?

Les considérations médicales sur ce sujet ne viennent, il est vrai, qu'au dernier lieu. Mais, s'il en est ainsi, pourrait-on se méprendre un seul instant? Elles ne cessent, dès la première page de ce travail jusqu'à la fin, d'être présentes à notre esprit; elles sont l'unique et constante pensée qui l'inspire, comme elles se mêlent, en réalité, aux événements grands et petits qui, par des voies différentes, tendent tous à un même but. Tout, en effet, même le mal dans une certaine mesure, concourt à faire, sinon progresser immédiatement la notion de la folie, du moins à répandre les germes d'une amélioration à plus ou moins longue échéance. Ainsi, par exemple, indépendamment des conséquences favorables qui résulteront pour l'aliéné de l'adoucissement des mœurs en général, s'il arrive, comme on ne l'a vu que trop souvent, que l'humanité ait à rougir des excès contraires, un cri d'indignation échappé à la conscience outragée, la voix de Montaigne s'élèvera pour protester contre l'étrange oubli de tout sentiment humain ; les abus de pouvoir seront combattus par ceux-mêmes qui en souffrent. Henri IV ne tolèrera pas les

atteintes directes portées à son autorité. Dans son isolement, le médecin, au nom de la science, n'aura pas, sans doute, le rôle qui lui est dû, mais jusqu'à un certain point sa liberté sera moins gênée. Lorsque, du haut de la chaire du Collége de France, Lambin commentait le poëme de Lucrèce, ne lui-était-il pas permis d'aborder sans danger des problèmes que les publicistes du temps de Charles IX n'auraient pas traités impunément, s'ils avaient été ouvertement mêlés aux compétitions et aux différends qui partageaient en deux camps les membres de la famille chrétienne?

Quelle a été l'influence de la médecine?

Il importe, en entrant dans l'étude de cette question, de se préserver de toute étroitesse de vues qui tendrait à établir un parallèle entre la situation faite alors au médecin et celle qu'il a fini par conquérir. L'équité commande de tenir compte des obstacles et des difficultés qui ont arrêté les premiers pas de la psychiâtrie.

Doit-on considérer l'opuscule de P. Pichot, aujourd'hui si complètement oublié, comme ayant servi à l'émancipation de la médecine et au progrès général?

Si, au seizième siècle, la médecine a trop souvent failli à sa mission, si elle a commis la faute de sanctionner par son silence, quelquefois par son approbation, des superstitions populaires et des iniquités juridiques, les efforts qu'elle aura déployés aussi pour faira prévaloir le vrai et pour donner plus d'ampleur aux vues de la science, sont d'autant plus dignes de notre attention et de notre reconnaissance.

Quelque avantageuse que puisse être à nos yeux la méthode basée sur les recherches rétrospectives et locales, gardons-nous bien d'en exagérer outre mesure l'importance. D'ailleurs, ne donnerai-je, si l'on veut, qu'à titre de simples renseignements destinés à être appliqués sur une plus large échelle, ces considérations relatives à l'œuvre médicale de P. Pichot sur l'aliénation mentale, comme au reste, tout ce qui les précède, au sujet des erreurs populaires et des vices de la législation. Elles indiquent au moins d'une manière plus nette que jusqu'à cette heure, l'influence qui s'est exercée dans la seconde moitié du seizième siècle « sur ce coin de terre», «extremis positus telluris in orbis, » selon le mot du plus ancien des poètes de l'Aquitaine (1) et comme termes de comparaison, les résultats de nos études auront, sans doute, alors quelque prix.

Supposons que les diverses grandes régions naturelles de l'ancienne France ayant un génie national conforme à leurs conditions

(1) Ausone, *OEuvres complètes*. Traduction nouvelle, par E. F. Corpet. Paris, 1841, t. II, p. 742.

d'origine et de fortune, aient été, pour ainsi dire, passées au même crible, ne suffirait-il pas de réunir un jour les fragments épars d'une œuvre collective, pour qu'une seule main en fît un tout? Supposons que chaque siècle ait fourni aux travailleurs son contingent d'observations. L'édifice coûterait peu de frais. Nous posséderions bientôt, non plus des études, des recherches séparées, mais les éléments d'un tableau facile à tracer et à la fois plus véridique, plus animé du mouvement de la science médico-psychologique.

Pour conserver à ces fragments leur couleur locale, ou bien, à parler plus exactement, pour respecter la fidélité historique, j'ai beaucoup emprunté aux écrivains du seizième siècle, et j'ai cité textuellement de longs passages de leurs œuvres; à quoi bon répéter en d'autres termes ce que nos devanciers ont déjà dit excellemment? Rien n'a été retranché; l'orthographe ancienne est seule changée. S'astreindre à respecter le texte original, jusque dans ses imperfections, devient un abus quand on ne prétend pas à juger le style, mais l'idée.

Ces extraits, ces traductions doivent être assimilés aux pièces justificatives que réclament les œuvres d'érudition et de critique comme celle-ci; ils remplacent les *observations* dont la littérature médicale fait un si fréquent usage.

Les observations, encore qu'elles aient été recueillies et rédigées en premier par d'autres que l'auteur qui s'en sert, restent la partie fondamentale des théories scientifiques; employées à la démonstration d'une vérité générale, elles peuvent également être utiles à prouver les défectuosités d'un système. Elles se retournent, enfin, contre les déductions forcées et préparent les vues nouvelles de la science.

Un des grands penseurs du seizième siècle, qui, plus que tout autre, a réuni les deux extrêmes, en s'élevant au-dessus des hommes de son temps dans la philosophie de l'histoire, dans l'économie politique, et en tombant au plus bas dans les grossières superstitions de la sorcellerie, Jean Bodin a dit : « La philosophie mourrait d'inani» tion, si elle n'était vivifiée par les leçons de l'histoire. » L'étude de la folie dans son passé, privée du secours des témoignages historiques contemporains, serait de même condamnée à la stérilité et à l'épuisement. Mais toute médaille a son revers, et s'il est avantageux de reproduire, à l'aide des textes originaux, les opinions de contemporains de Henri IV sur les nombreuses questions afférentes à la folie, il n'est pas bien sûr que cette méthode d'investigation n'entraîne, pour conséquence, l'inconvénient de prendre quelques-uns de ces auteurs en flagrant délit de contradiction avec eux-mêmes. Est-ce vraiment un mal? Ne devrions-nous pas plutôt considérer ce résultat

comme un avantage, puisque l'histoire de la folie, à cette époque, n'est qu'une succession de faits, d'opinions, de doctrines contradictoires?

Enfin, et c'est par là que nous terminerons les réflexions préliminaires, est-il nécessaire de répondre à une autre objection venue probablement à l'esprit des lecteurs ?

« C'est un précepte de Platon que doivent suivre tous ceux qui » écrivent et qui enseignent, de commencer la doctrine par la défi- » nition de la chose qu'on traite et dont on veut faire entendre la » nature, les différences et les propriétés (1). » Ce conseil donné et suivi par l'écrivain du seizième siècle, qui a su heureusement combiner les éléments de la science physiologique et de l'histoire, et que Bordeu, en sa qualité de Navarrais, revendique pour un compatriote, ne s'appliquerait-il pas aux recherches sur la folie à l'époque où il produisait ses travaux ?

Pourquoi n'en avoir pas tenu compte? Était-il indifférent de chercher à définir le mot de « folie » ?

Un traité dogmatique, nous en convenons, n'aurait pu s'en dispenser. Mais c'est au point de vue de la critique historique, on l'aura reconnu sans doute, que nous poursuivons ces études. Le sens du mot de « folie » doit donc se prendre dans son acception la plus large. Pourquoi revenir sur ce qui a été victorieusement établi par tant d'hommes distingués? Nous n'avons pas souci d'enfoncer, comme on dit, des portes ouvertes. Sinon tous, du moins le plus grand nombre de ceux que le seizième siècle considérait comme des sorciers, des possédés du malin esprit, cette foule d'êtres égarés par des visions fantastiques, sont, pour nous, affectés d'hallucinations; ils obéissent aux seules suggestions du délire et à l'influence contagieuse de l'imitation, et doivent être rangés parmi les victimes de la folie.

Cherchant de préférence à connaître, « moins ce que les choses » sont ou ce qu'elles doivent être par elles-mêmes que ce qu'elles » ont été et ce qu'elles sont devenues, » il était naturel de s'arrêter à l'examen des efforts dépensés également, soit pour maintenir l'erreur, soit pour la combattre. Au lieu d'ouvrir le débat, la définition devra donc le clore. Chaque ligne de ce travail n'est qu'un des échelons qu'il faut gravir pour arriver à la conclusion.

On sait pourquoi nous nous renfermons dans l'étroit espace borné par les Pyrénées, l'Océan et les contre-forts du bassin de la Garonne au temps de Henri IV; ce n'est pas une raison d'exclure de ces études l'apport de l'étranger.

(1) *L'Examen des esprits;* traduction de l'espagnol de Jean Huarte, par Dalibray. Paris, 1868.

En divisant notre travail en trois grandes parties principales dans lesquelles les divers sujets seront placés suivant leurs analogies et leurs affinités, nous sommes mus par le désir d'éclairer d'un jour plus net chacun des aspects du problème, afin de mieux faire comprendre une époque si curieuse à étudier dans ses aspirations vers la vérité, et jusque dans ses erreurs et ses fautes.

Dr. E. LEUDET,

Directeur de l'École de médecine de Rouen.

Une observation d'éphidrose unilatérale de la face.

(Séance du 9 Septembre 1872.)

La science possède peu d'exemples de sueurs abondantes limitées à une région circonscrite et unilatérale du corps. J'ai eu l'occasion d'étudier dans ma pratique particulière un fait de ce genre. L'observation de cette malade offre quelques analogies avec trois faits publiés récemment. J'ignore si les recueils anciens en renferment de semblables; mais j'en ai en vain cherché dans les auteurs de ma bibliothèque. Voici la relation du fait observé par moi :

Éphidrose unilatérale de la face chez une femme d'une disposition névropathique, occupant toute l'étendue des régions innervées par les deux premières branches du trijumeau et coïncidant avec une amblyopie. — Amélioration de l'éphidrose après une saison de bains de mer.

Mme P..., âgée de quarante-cinq ans, a eu huit enfants, plus une fausse couche; le dernier accouchement a eu lieu à quarante-trois ans. De nombreuses émotions morales provoquées par l'état de santé des membres de sa famille ont accru, depuis quelques années, une susceptibilité nerveuse déjà marquée. Depuis l'âge de trente-sept ans, sa santé s'est notablement altérée. Mme P... éprouve fréquemment des bourdonnements d'oreilles, un sentiment de malaise général avec menace de syncope; elle est tourmentée surtout par une tendance presque continuelle à la diarrhée; après chaque repas, Mme P... éprouve un besoin pressant d'aller à la selle; parfois, deux ou trois évacuations, accompagnées de coliques, se succèdent rapidement.

Cette disposition se reproduit chaque année plusieurs fois, depuis huit ans. A l'âge de quarante-trois ans, la peau d'une grande étendue du tronc, et surtout la peau du ventre, est devenue le siége d'une éruption papuleuse lichénoïde très prurigineuse. Cette affection cutanée a disparu au bout de quelques mois, à la suite d'un traitement émollient.

Malgré ces malaises, Mme P... n'a jamais cessé de remplir ses devoirs de mère d'une nombreuse famille. Son appétit a toujours été peu développé; les menstrues régulières, reparaissant à intervalles de vingt jours au plus, sont très abondantes et presque ménorrhagiques. Jamais Mme P... n'a eu de convulsions hystériques; elle ne ressent aucune trace d'œsophagisme.

Depuis le mois d'octobre 1870 jusqu'au mois de juillet 1871, Mme P... a remarqué simultanément un affaiblissement marqué de la vision de l'œil droit, et une tendance à la sueur de toute la moitié supérieure du côté droit de la face. Cette sueur revenait presque journellement, au début, sous l'influence du moindre mouvement et même d'une préoccupation légère.

Je pus examiner Mme P... dans le courant du mois d'octobre 1870. En ma présence, le côté droit de la face, depuis la suture fronto-pariétale environ jusqu'à la commissure labiale droite et un peu en avant de l'oreille, et en dedans jusqu'au milieu du dos du nez, était le siége d'une sécrétion de sueur en grosses gouttelettes, sans aucune rougeur de la peau. Cette sueur se reproduisit rapidement après avoir été essuyée par moi. La peau qui recouvre le maxillaire inférieur et le col, ne présentait aucune trace de sueur; il en était de même du reste du côté droit du corps et du côté gauche. Vue moins distincte à droite qu'à gauche. Il semble, en examinant les objets avec l'œil droit seul, qu'ils sont couverts d'un léger voile; aucune altération des milieux de l'œil ou de la pupille. Intégrité absolue de la sensibilité de la peau de la face. La pression énergique au niveau des points d'émergence des principales branches du trijumeau ne provoque aucune douleur. Aucun changement dans l'état général; même tendance à la diarrhée. (Lotions alcooliques sur la face, vin de quinquina, pilules d'iodure de fer, phosphate de chaux hydratée.)

Aucun changement ne se manifesta dans l'état de Mme P... jusqu'à l'époque des bains de mer. Sous l'influence des premiers bains à la lame, l'état général devint meilleur; la sueur cessa d'apparaître sur le côté droit de la face. Les urines n'ont présenté ni sédiment ni aucun caractère morbide pendant toute la durée de cette disposition sudorale.

J'ai revu Mme P... plusieurs fois depuis juillet 1871 jusqu'à la fin de cette année : l'état général est assez bon. La diarrhée se reproduit beaucoup plus rarement et a beaucoup moins d'intensité. Les sueurs localisées sur la moitié latérale droite de la face n'ont pas reparu pendant l'hiver 1871-72; elles ont reparu à la même place depuis le printemps 1872. Mme P... accuse quelques douleurs dans le côté gauche de la face et des bourdonnements dans l'oreille gauche; aucune altération de sensibilité spontanée ou provoquée sur la peau du côté droit de la face. La vue est toujours restée un peu moins distincte du côté droit que du gauche. Je ne remarque aucun signe de lésion des milieux de l'œil ou de la pupille.

La production de la sueur sur la moitié latérale droite de la face

a été chez cette dame un phénomène non continu; cette sécrétion était limitée à l'étendue des irradiations nerveuses des deux premières branches du trijumeau avec perversion de la vision, sans trouble concomitant de la sensibilité. Cette circonstance permet déjà de soupçonner que le système nerveux et en particulier la première paire ont exercé quelque influence sur la production de la sueur.

Cette influence du système nerveux sur la production locale des sueurs n'a du reste échappé à aucun de ceux qui se sont occupés de ce sujet. Valentin (*Versuch einer Physiolog. Pathologie der Nerven,* t. II, p. 203) rappelle qu'Eckard a vu la main d'un sujet se couvrir fréquemment de sueur à la suite de la contusion du plexus brachial du même côté. On connaît du reste la tendance des membres, après certaines paralysies, à se couvrir de sueurs abondantes; d'une autre part, les accès de la prosopalgie s'accompagnent quelquefois d'une sueur intense. Le physiologiste qui nous retrace ces analogies curieuses ajoute, du reste, que les expériences sur les animaux n'ont donné jusqu'ici aucun éclaircissement sur l'influence du système nerveux sur la production des sueurs.

Les *Archives* de Virchow contiennent trois observations d'éphidrose unilatérale; l'une est de Meschède; la seconde d'Oscar Berger, la troisième de Wiedemeister; chez les trois malades, la sueur est localisée à un des côtés de la face, tous sont des névropathiques.

Meschède (*Virchow's Archiv.*, t. XLIII, p. 139, 1868) rapporte qu'un idiot, âgé de quarante-huit ans, présentait, sans avoir fait aucun exercice violent, une sueur abondante d'un seul côté de la face. Le malade succomba peu de temps après à une attaque de choléra. On constate, à l'autopsie, une atrophie d'une partie des circonvolutions de la base du cerveau, surtout au niveau du lobe frontal; une adhérence générale des deux feuillets du péricarde et, enfin, une dégénérescence kystique d'une partie des deux reins.

L'observation d'Oscar Berger (*Virchow's Archiv.*, t. LI, p. 427) est rapportée avec plus de détails, elle a trait à un ouvrier en drap, de vingt-huit ans; de quinze à vingt-sept ans, il s'était adonné à l'onanisme; jamais il n'y eut de signes d'une affection de la moelle; la sensibilité cutanée des organes génitaux externes, était au-dessous de la normale. Cet homme avait remarqué, depuis l'âge de vingt-sept ans et demi, que toute la partie latérale gauche de la face du crâne, en avant et en arrière, et du col était fréquemment le siége de sueurs abondantes survenant même sans aucun exercice préalable. Lors du développement de la sueur à gauche, la peau de ce côté n'offrait aucune rougeur ou turgescence des capillaires; les deux pupilles ne présentaient aucune différence, aucun trouble de la sensibilité. La

pression au niveau des apophyses épineuses des dernières vertèbres cervicales provoquait un peu de douleur. Les urines n'offraient aucune altération de leur quantité ou qualité. La médication tonique, les affusions froides améliorèrent l'état général du sujet, mais l'éphidrose demeura stationnaire.

Wiedemeister (*Virchow's Archiv.*, t. LII, p. 437, 1871) a vu des sueurs partielles se développer au-dessous de la paupière inférieure gauche et ultérieurement sur le front et la tempe du même côté chez un mélancolique qui reçut des soins dans deux asiles d'aliénés. Cette sueur partielle fut d'abord remarquée au niveau du lobule du nez et gagna graduellement en étendue. Aucun trouble de la sensibilité spontanée ou provoquée de la peau, aucune différence dans la force des deux mains.

Tous les faits que je viens de passer en revue indiquent que la région sur laquelle la sueur se développait, n'offrait aucun trouble de la sensibilité provoquée ou spontanée, pas de trouble de la motilité; aucune rougeur ou développement local des capillaires. Il y avait donc chez tous ces malades, malgré l'état névropathique prononcé, une intégrité relative des fonctions des nerfs sensitifs et moteurs. Par quelle voie le système nerveux a-t-il pu exercer une influence sur le développement de la sueur, je l'ignore; je remarquerai seulement, comme quelques-uns des auteurs que je viens de citer, que la seule disposition générale commune à tous ces sujets était l'état névropathique.

L'observation recueillie par moi offre cette particularité spéciale, que l'éphidrose s'est modifiée sous l'influence des bains de mer.

Dr BITOT,

Professeur à l'École de médecine de Bordeaux.

Des Avantages de la vératrine dans les affections cardio-vasculaires non encore parvenues à la période cachectique.

(Séance du 9 Septembre 1872.)

Les affections cardio-vasculaires arrivées à la période cachectique sont, à juste titre, réputées incurables; le médecin ne peut plus qu'encourager et soulager le malade. Puisque telle est l'inéluctable terminaison de ces affections, nous ne saurions trop nous appliquer à grossir le nombre des moyens propres à la retarder. Sans doute, l'hygiène fournit un magnifique contingent à ce sujet. Mais que de

fois les conditions particulières, au milieu desquelles et avec lesquelles les malades sont obligés de vivre, ne les rendent-elles pas illusoires! Il serait donc bien important de trouver un agent qui fût de nature à obvier autant que possible à cet abandon forcé des préceptes hygiéniques. Si je ne m'abuse, la vératrine serait un de ces agents. On avait déjà constaté quelques avantages de cette substance dans les maladies en question; ainsi, Turnbull, van Praag et notre collègue et ami, M. Gintrac; mais je ne sache pas qu'ils l'aient fait d'une façon assez explicite pour frapper l'attention, pour faire passer la chose dans le domaine de la pratique courante. S'il en était autrement, comment les auteurs qui se sont particulièrement occupés des maladies du cœur, en parleraient-ils si peu? Bucquoy, par exemple, n'en dit pas un mot, et Jaccoud avoue n'avoir sur cette substance aucune expérience personnelle. (Jaccoud, *Pathologie interne,* t. I, p. 572.) Gubler *(Commentaires thérapeutiques,* à l'article *Vératrine),* ne fait aucune allusion à son application aux maladies du cœur.

Je regrette, cependant, que le temps ou, pour mieux dire, les ressources de nos Bibliothèques ne m'aient pas permis de déterminer d'une façon précise la portée des essais de Turnbull et de van Praag. Quoi qu'il en soit, la vératrine me paraît devoir être tirée du néant ou de l'oubli pour la thérapeutique des affections que je signale. La communication que j'ai l'honneur de faire à l'Association tend à le prouver. La vératrine est digne de figurer à côté de la digitale, non pas en qualité de congénère, mais plutôt comme antagoniste. Bien entendu qu'il ne s'agit ici que de cet antagonisme thérapeutique tendant aux mêmes fins, le soulagement et la guérison.

La digitale est le régulateur du cœur, mais elle en est aussi le tonique. Nous sommes donc exposés, en l'administrant, à faire côtoyer le bien par le mal. L'organe à faire rentrer dans l'ordre est trop vigoureux, il est trop bien nourri; en ajoutant à sa tonicité, on provoque le moment où l'irritation nutritive, c'est-à-dire cachectique, succédera à l'irritation fonctionnelle. Scientifiquement, la digitale ne devrait être appliquée à l'hypertrophie simple et avancée qu'à hautes doses, à doses toxiques, puisqu'alors, ainsi que Traube l'a prouvé, elle diminue la pression artérielle et affaiblit la fibre du cœur. Mais que de difficultés pour manier ces hautes doses, que de dangers à courir! Qui donc, parmi nous, oserait pousser à ces sortes d'essais? Mieux vaut, certainement, recourir à un élément capable d'atténuer sans danger la force de la fibre musculaire directement ou indirectement, peu importe.

Or, cet élément, nous avons de bonnes raisons pour croire qu'il existe dans la vératrine. Les faits que je publie me paraissent le

prouver Sous l'influence de cette substance, tous les phénomènes morbides cardio-vasculaires de l'hypertrophie simple se sont amendés comme par enchantement. La douleur sous-mammaire et les irradiations vers le membre supérieur ont disparu; les battements ont perdu de leur fréquence et de leur force; les grandes fonctions de circulation, de respiration et d'innervation, sont rentrées dans l'ordre; l'œdème des membres inférieurs s'est évanoui, ou a diminué; le cerveau, esclave des vertiges ou de la fatigue morbide, a repris ses fonctions, le souffle râpeux lui-même, parfois cause de pronostic erroné, a cessé complètement.

Pour asseoir au plus tôt et le mieux possible les indications et les contre-indications de la vératrine; il faut en appeler à l'expérimentation en même temps qu'à la clinique. Malgré les nombreuses expériences entreprises depuis Magendie sur les animaux, les auteurs sont encore loin d'être d'accord sur les propriétés de la vératrine. Cependant, généralement on regarde cet agent comme modificateur de la circulation et de l'innervation. J'ai expérimenté moi-même sur un assez grand nombre de lapins, et je me suis assuré que la vératrine avait une action manifeste sur le système nerveux et sur les muscles. Pour Prévost, elle diminue la sensibilité et modifie la contractilité. Est-ce directement ou indirectement que s'effectue cette action sur la fibre musculaire? Est-ce topiquement ou par une influence nerveuse, et cette influence nerveuse est-elle périphérique ou centrale? Autant de points à éclaircir. Ce qu'il y a de positif, c'est que 1 centigramme de vératrine, injecté dans le tissu cellulaire d'un lapin de taille moyenne, amène, au bout d'une heure à peu près, la série des phénomènes suivants :

Première période. — Excitation des muscles de la vie de relation cinq à dix minutes après l'injection, l'animal se met à courir plus ou moins brusquement, puis stationne en mâchonnant, pour recommencer à courir encore, et ainsi de suite.

Durant cette évolution de courses et de repos, on observe un affaiblissement progressif du train postérieur.

Deuxième période. — Dans celle-ci l'animal ne quitte plus sa place, il fait pour cela d'inutiles efforts. Le train postérieur est paralysé, et la résolution gagne peu à peu celui de devant. L'animal reste aplati sur le ventre, les membres antérieurs portés en avant et plus ou moins écartés, la tête relevée et renversée.

Troisième période. — L'animal exécute un dernier effort qui le fait tomber dans le décubitus latéral, position dans laquelle il meurt. Jusqu'au dernier moment, les animaux ont répondu aux excitations. Ils ont toujours été très sensibles à la faradisation. Il ne m'a pas été possible de constater

quelque chose de précis pour la respiration, la circulation et la température.

A l'autopsie, j'ai trouvé que le cœur avait cessé de battre en systole. Les ventricules ne contiennent pas de sang, le gauche du moins; on en trouve un peu dans le ventriculé droit, les fibres musculaires de l'intestin sont contracturées.

La vératrine produirait donc *à dose toxique : l'excitation* d'abord, la *résolution* ensuite, dans le domaine de la vie animale; après quoi son action se porterait sur les organes de la vie végétative pour s'y comporter de la même façon, avec cette différence, cependant, que le cœur succomberait pendant le temps d'excitation.

D'après ces résultats, la vératrine n'agirait, *à doses thérapeutiques,* qu'indirectement sur le cœur, par une sorte de déplacement de la force nerveuse. En augmentant celle de la vie de relation, elle diminuerait la force nerveuse de la vie végétative, d'où l'apaisement de la douleur et des autres phénomènes morbides cardio-vasculaires. Elle serait concurremment, comme par contre-coup, hypersthénisante et hyposthénisante : hypersthénisante dans la vie animale, hyposthénisante dans la vie végétative. Son influence s'exercerait *successivement* en premier lieu sur les organes de la volonté, en second lieu sur les organes de la vie nutritive — comme le chloroforme, par exemple.

Elle servirait d'agent substitutif ou dérivatif comme le vésicatoire. Cette comparaison me paraît d'autant plus acceptable, que la vératrine appliquée à l'extérieur y produit une chaleur picotante des plus remarquables, à peu près comme le balai électrique. Des auteurs recommandables ont préconisé la pommade de vératrine dans des cas variés.

L'action de la vératrine se porterait donc sur les papilles nerveuses, sur les cellules périphériques cutanées ou muqueuses, suivant son mode d'administration, et probablement aussi sur les terminaisons nerveuses des muscles.

Cette interprétation est en harmonie avec ce fait expérimental, que le centre nerveux n'est atteint qu'en dernier lieu, que l'encéphale ne succombe qu'après la moelle épinière. Voilà pourquoi l'animal fait si longtemps preuve de volonté pour échapper à l'ennemi qui l'aiguillonne.

Les cliniciens admettent l'action hyposthénisante de la vératrine. Pour eux elle porte la sédation dans les nerfs, dans les muscles, dans l'appareil cardio-vasculaire. Des résultats remarquables ont été obtenus, surtout dans le rhumatisme aigu et la pneumonie (Turnbull, Piédagnel, Aran, etc.).

Mais quel est le mode d'action de cette substance dans les maladies cardio-vasculaires?

Contrairement à la digitale, la vératrine semblerait n'agir sur le cœur et les vaisseaux que par l'intermédiaire des nerfs. Elle serait un agent de compensation nerveuse. Cliniquement, elle n'a pas d'influence marquée sur les organes sécréteurs; *elle n'est pas spoliatrice.* C'est là un avantage précieux qu'elle possède sur la digitale, qui élève à tel point la tension artérielle, qu'elle pousse vigoureusement à la déperdition par les voies urinaires; aussi importe-t-il d'en suspendre l'emploi dès que la diurèse diminue. La caducité va remplacer dans le cœur et les artères la force que la digitale leur avait imprimée; l'asystolie est imminente, la digitale devient un danger.

La vératrine ne présente pas cet inconvénient grave de la spoliation. Son usage prolongé est donc beaucoup moins dangereux.

Si la vératrine et la digitale ont leurs indications propres, elles ont aussi une contre-indication commune, l'asystolie. Non pas cette asystolie que j'appellerai volontiers *prémonitoire,* symptôme précurseur d'une cachexie plus ou moins éloignée, mais cette asystolie confirmée, contre laquelle tous nos moyens sont impuissants.

A ce moment, d'utiles qu'elles étaient, la digitale et la vératrine deviennent nuisibles. Elles oppressent le cœur : la digitale, par des étreintes que l'organe n'est plus capable de supporter; la vératrine, en lui soutirant une dose de force nerveuse dont il ne peut plus se priver impunément. A une certaine période des affections cardio-vasculaires, la vératrine et la digitale ne peuvent plus servir que comme pierre de touche pour constater l'état réel du cœur, pour décider de la véritable nature du degré des phénomènes morbides. L'intensité des bruits morbides n'est pas toujours, en effet, l'expression exacte des affections cardio-vasculaires. L'observation de M. Gintrac en est un exemple remarquable.

Les cliniciens reconnaissent qu'à la dernière période du mal il n'est possible de secourir le cœur qu'en faisant vibrer toutes les fibres, qu'en mettant en branle toutes les molécules de l'économie par les excitants diffusibles, l'acétate d'ammoniaque, par exemple. C'est à leur intervention que le patient doit ses dernières lueurs d'espérance.

J'ai donné la vératrine en potion à 5 centigrammes à prendre, par cuillerée à café, toutes les heures d'abord, puis toutes les deux ou trois heures suivant les cas; ou bien en granules de 1 milligramme, avec ce dernier mode on évite souvent la sensation de constriction gutturale et de chaleur intérieure, que produit la solution. Cependant

on peut obvier à cet inconvénient en l'incorporant à un peu de décoction émolliente.

Il m'a paru superflu de relater un grand nombre d'observations. Celles qui suivent se divisent en deux catégories :

La première comprend les faits dans lesquels l'hypertrophie du cœur n'est pas démontrée. Les troubles nerveux prédominent et constituent peut-être tout le mal; ce sont comme des affections cloniques.

Dans la deuxième catégorie se trouvent de véritables cas d'hypertrophies du cœur, de véritables affections toniques.

1re Catégorie. — *Palpitations. — Affections nerveuses cloniques.*

Obs. Ire. — Femme de trente-six ans, de tout temps sujette aux battements de cœur.

Mme B..., demeurant à Bordeaux, rue du Palais-Gallien, de taille et de constitution moyennes, a toujours été abondamment réglée, mais surtout depuis quelque temps. Elle a toujours été sujette aux battements de cœur, mais principalement après son mariage. L'usage prolongé du sirop de pointes d'asperges et de la digitale a été inutile. L'état de grossesse seul mit fin aux désordres du cœur : Mme B... a deux enfants. Depuis son dernier accouchement elle n'a cessé d'être fatiguée; la marche, l'ascension d'un escalier, la moindre impression mettent tout son corps en émoi; les bruits du cœur sont éclatants, métalliques, retentissent dans toute la poitrine, soulèvent violemment les côtes. La digitale et le perchlorure de fer prescrits par le médecin ordinaire n'ont pas de résultat; la malade avoue même qu'elle se sent plus fatiguée qu'avant l'emploi de ces moyens. Consulté, je prescris la vératrine en granules de 2 milligrammes, pris de trois heures en trois heures. Trois granules suffisent pour rétablir le calme.

Obs. II. — Tournoiements de tête intenses. — Œdème des pieds. — Avantages de la vératrine comme agent modificateur.

M. Bug, professeur, cinquante-deux ans, célibataire, de stature moyenne, a le thorax large, le cou court, la tête volumineuse, porte depuis longtemps un œdème des pieds jusqu'au-dessous des malléoles, dont il ne s'est jamais inquiété. Ce qui le préoccupe vivement, ce sont des tournoiements de tête très violents dont il est atteint depuis deux ans; ces tournoiements arrivent subitement et le font tomber. Ils surviennent plutôt le jour que la nuit. Le vomissement qui le soulageait autrefois est aujourd'hui sans aucun effet. Ces tournoiements s'accompagnent d'obnubilation de la vue et sont remplacés par une étreinte douloureuse de la tête et une sensation de pesanteur au-dessus des orbites.

Les bruits du cœur me paraissent sourds, profonds, sans souffle d'aucun genre; rien de particulier sur le trajet des gros vaisseaux ni dans les poumons. N'était l'œdème chronique des pieds et de la partie inférieure des jambes, je songerais plutôt à une maladie de l'encéphale que du cœur. Cependant, au repos complet, le pouls est à 90, plutôt faible que fort.

M. Bug a essayé déjà de plusieurs moyens qui n'ont pas eu de résultat sérieux. Dans la pensée que le trouble en question pourrait dépendre d'une affection quelconque du cœur ou d'un défaut d'équilibre dans les tensions artérielles et veineuses, je recommandai les granules de vératrine à la dose de 5 par jour.

En homme intelligent et décidé à tout prix à mettre ordre à son économie, le malade se trouvant bien de la vératrine en a augmenté de lui-même la dose, et il a constaté que 12 milligrammes en douze heures lui étaient indispensables pour atteindre le but désiré. Malheureusement la suspension de la vératrine expose au retour des accidents.

M. Bug n'a donc à son service qu'un moyen modificateur et non curateur. Tel quel pourtant, il s'en contente, par la raison que jusqu'à ce jour nul autre agent ne lui a été aussi avantageux.

Un fait digne de remarque, c'est que l'œdème des pieds a notablement diminué.

Ob. III. — Maladie du cœur. — Battements exagérés. — Palpitation. — Essoufflement. — Vertige. — Œdème des membres inférieurs.

Mme Lass, soixante-cinq ans, d'une constitution moyenne, jouissant d'une bonne santé, est atteinte depius plusieurs années d'accès de vertige qui deviennent de plus en plus fréquents. Ne se montrant primitivement que tous les six mois, ils sont devenus presque quotidiens. Ils sont tellement intenses que la malade a besoin d'être tenue, même dans la position assise. Ils s'accompagnent d'efforts de vomissements très pénibles et que n'arrête pas la position anti-émétique de Rivière.

Depuis longtemps la marche est très fatigante et la montée de l'escalier fort pénible. Il y a de l'oppression, et les membres inférieurs sont infiltrés, aux pieds et aux jambes principalement. Je constate que les battements sont réguliers, très étendus et retentissent à peu près autant à droite qu'à gauche, sans bruit anormal. Il n'y a pas de toux. La malade ne quitte pas son fauteuil, et ses yeux sont constamment fermés. Mes notes ne signalent pas l'état du pouls. Cela se passait au mois de mars 1872. Je prescrivis la vératrine à la dose de 5 centigrammes dans une potion à prendre par cuillerée à café toutes les deux heures. Le goût en fut trouvé détestable, mais l'amélioration fut obtenue le jour même de son emploi. L'ingestion en fut rendue d'ailleurs beaucoup plus supportable par l'association d'une décoction de racines de guimauve. Toute trace de vertige avait disparu au bout de six jours; les palpitations n'ont pas reparu; l'œdème des membres inférieurs a considérablement diminué, mais persiste encore aux pieds.

Ob. IV. — Maladie du cœur caractérisée par une douleur sous-mammaire gauche irradiant vers l'omoplate et le bras du même côté. — Palpitations intermittentes. — Grande fatigue cérébrale. — Vératrine en granules. — Guérison.

M. L..., prédicateur, quarante-un ans, grand, bien constitué, plutôt maigre que gras, légèrement pâle, n'est à Bordeaux que depuis dix mois. Il y a des années qu'il s'est livré à la prédication, avec tout le zèle d'un bon prêtre et l'énergie d'un homme distingué. Les médecins qu'il a consultés, à Paris ou ailleurs, se sont accordés à rattacher le trouble dont il se plaint à un état anémique. On a prescrit des toniques et quelques antispasmodiques (quinquina, fer valériane). Les effets n'en ont pas été défavorables, mais un mieux réel et durable n'a jamais été obtenu.

Voilà pourquoi M. L.,. en appelle encore à l'art. Il me consulte à la fin de juin et accuse : une douleur à la région du cœur, au-dessous du mamelon, irradiant vers l'omoplate et le bras gauche; parfois des palpitations; de l'oppression pendant le jour, jamais la nuit, moins prononcée à Bordeaux qu'à Paris; grande fatigue de tête, surtout à la nuque; sentiment de profonde adynamie; travail cérébral impossible et, quand il est voulu quand même, coïncidant avec des sueurs abondantes. L'appareil digestif est en assez bon état. Les aliments gras conviennent mieux que le maigre. L'examen de la poitrine et des gros vaisseaux ne m'offre rien de particulier. Je ne constate ni battements trop étendus, ni palpitations. Pouls à 80. Les membres inférieurs n'ont jamais été infiltrés.

Je crois avoir affaire à un trouble fonctionnel cardio-encéphalique. J'essaie la vératrine en granules de 1 milligramme à 3 par jour, pris séparément à espaces égaux. A la satisfaction du malade, les phénomènes s'amoindrissent graduellement et ensemble. Il peut impunément se livrer au travail cérébral.

Obs. V. — Affection du cœur guérie par la vératrine. (Salle 16, lit 33.) — Gintrac, *Journal de médecine de Bordeaux,* 1856, p. 221.

F. C..., âgé de cinquante-six ans, terrassier, a depuis bien des années de la toux, de l'oppression, des palpitations de cœur, et en même temps un œdème assez considérable des membres inférieurs; jamais il n'a été atteint de rhumatismes. Le 24 octobre 1855, il vient à l'hôpital. La toux offre encore une certaine intensité, et si, à la percussion, on ne constate de matité sur aucun point de la poitrine, à l'auscultation, il est facile de distinguer des râles sibilants et sous-crépitants. Quant aux phénomènes indicatifs d'une maladie du cœur, ils sont très prononcés. Les battements de cet organe sont tumultueux, étendus et précipités; ils s'accompagnent au premier temps d'un bruit de souffle très dur, véritable bruit de râpe. On ne trouve, sur le trajet des carotides, aucune sorte de frémissement; il y a de la dyspnée, même de l'orthopnée. Le ventre tendu, météorisé, ne contient pas de liquide; les membres inférieurs sont fortement œdémateux. Quelques loocks kermétisés calment assez facilement la toux,

diminuent et modifient avantageusement l'expectoration. Les symptômes dénotant la maladie du cœur n'ont nullement changé; le pouls est assez développé, irrégulier, à 120 pulsations par minute. Pendant les mois de novembre, décembre et janvier, le nitrate de potasse, la seille, la digitale, la scammonée, la gomme-gutte sont employés sans résultats avantageux, ainsi que les vésicatoires dans la région précordiale. Les jambes sont extrêmement tuméfiées. Des mouchetures deviennent nécessaires. Le dégorgement que produisent ces petites incisions n'est que momentané. Peu de jours après, l'œdème reparaît et envahit même les membres supérieurs. La vératrine est alors donnée, pendant un mois, en pilules de 5 milligrammes chacune, d'abord au nombre de deux, et successivement de quatre, six et huit par jour. Les effets physiologiques immédiats de ce médicament sont presque nuls. Il est parfaitement toléré par l'estomac; il ne provoque ni nausées, ni vomissements, ni chaleur ou sécheresse à la gorge; il ne paraît en aucune manière augmenter l'activité fonctionnelle des organes digestifs ou urinaires; il semble plutôt déterminer quelquefois de la constipation; mais les systèmes circulatoire et nerveux sont réellement impressionnés, et cette influence se traduit par un ralentissement du pouls et une diminution dans la force d'impulsion du cœur. Dès le dixième jour de l'emploi de la vératrine, le pouls est devenu plus régulier, il tombe à 80; les battements du cœur sont moins précipités. Le vingtième jour, le bruit de souffle n'est plus distinct, et l'œdème des membres inférieurs a considérablement diminué. Le trentième jour, toute trace de maladie du cœur a complètement disparu; le pouls est régulier, à 60 pulsations; le cœur reprend son rhythme normal, l'œdème des jambes n'existe plus, toute oppression ou orthopnée a cessé. Le malade éprouve un bien-être qu'il n'a pas senti depuis longtemps, mais il reste dans le service vingt jours encore. Il était important de savoir si la guérison devait se maintenir. Or, aucun phénomène nouveau ne s'est produit. La vératrine a donc agi, non comme un agent purgatif et diurétique, mais bien comme sédatif direct. Le résultat si remarquable qu'elle a produit, fait penser qu'il ne s'agissait pas d'une lésion avancée du cœur, mais plutôt d'un phlegmasis chronique de l'endocarde. Ce fait prouve encore que, malgré les apparences les plus positives d'une affection organique, il ne faut pas renoncer trop tôt à toute idée de soulagement et à la guérison. La science et l'humanité réclament, au contraire, un redoublement d'efforts, pourvu que la prudence préside à ces tentatives.

2me Catégorie. — *Affections toniques.*

Obs. VI. — Hypertrophie du cœur. — État très grave. — Emploi de la vératrine. Guérison rapide.

M. B..., âgé de cinquante-huit ans, commis courtier, célibataire, petit de taille, fort de constitution, grand fumeur, grand mangeur, est sujet à la toux, à l'oppression et à des sueurs profuses, surtout la nuit. A diver-

ses époques il a éprouvé, pendant le sommeil, des accès de suffocation de nature très inquiétante, sorte d'état congestif pulmonaire et cérébral rappelant le morbus sacer. Les purgations, les émissions sanguines lui ont toujours été utiles. L'impression du froid augmente son oppression et sa toux, qui s'accompagne d'une expectoration abondante. Il n'a pas eu de rhumatisme.

J'ai été appelé à lui donner des soins le 25 décembre 1871. Déjà il avait été traité sans succès par un confrère homœopathe qui avait déclaré le malade atteint d'une hypertrophie du cœur, arrivée à sa période extrême. Malgré mes déclarations formelles d'incapacité en présence de cette affection, je fus obligé de me rendre aux sollicitations des parents, dont j'étais le médecin, et le 25 décembre je vis le malade. Il ne pouvait garder le lit; il était assis les mains appuyées sur les genoux, bref dans ses réponses, la respiration courte, la face injectée, les pieds et les jambes œdématiés et réclamant instamment des moyens propres à faciliter sa respiration. Point de matité à la poitrine. Des râles sibilants et sous-crépitants. Les battements du cœur sont précipités, tumultueux, étendus sans bruit de souffle. Le ventre est tendu, météorisé, sans épanchement séreux. Le pouls est régulier, assez développé, à 120.

L'appareil digestif étant en bon état et convaincu que le confrère qui m'avait précédé avait usé de tous les moyens ordinaires, j'ai recours aux purgatifs drastiques, l'eau-de-vie allemande à la dose de 30 grammes. Le remède produit son effet ordinaire et amène un peu de soulagement le jour même, mais le lendemain le mal reprend son empire. Je recommence le même moyen et de la même façon, c'est-à-dire à jour passé, pendant huit ou dix jours, sans obtenir de résultat satisfaisant. J'abandonne cet agent, repoussé d'ailleurs par le patient, et je m'adresse à la vératrine.

Eau distillée.....	100 grammes.
Vératrine.....	5 centigrammes.
Alcool.....	Q S.
Sirop de fleur d'oranger...	60 grammes.

Une cuillerée à café toutes les heures.

Le malade n'avait pas pris le tiers de la potion que tous les symptômes s'étaient amendés. L'ingestion du remède amenait toujours la sensation d'une chaleur assez vive et âcre sur la gorge et le trajet de l'œsophage. Le reste de la potion est pris toutes les deux heures seulement. L'amélioration augmente. En résumé, le moyen fut continué, mais en éloignant chaque fois la distance des prises. Au bout de huit jours, guérison. Le malade reprend ses habitudes et ses occupations. Jusqu'à ce jour la guérison ne s'est pas démentie.

Obs. VII. — Hypertrophie du cœur. — Battements étendus. — Palpitations. — Marche pénible. — Usage infructueux de la digitale, de la scille et de la scammonée. — Avantage de la vératrine.

Mme L.. , quarante-un ans, est grande et très forte, elle a toutes les apparences d'une brillante santé, et cependant elle est à peu près toujours souffrante. Elle monte difficilement un escalier, ne peut marcher

vite, est obligée de s'arrêter, et, dans ces moments, se trouve dans l'impossibilité de parler. Elle éprouve beaucoup de faiblesse dans les jambes. Menstrues normales. Flux hémorrhoïdaire quotidien, mais léger. Du côté de la tête, obnubilations très fortes, qui obligent Mme L... à suspendre fréquemment le travail d'écriture.

Quand elle se couche, il lui semble qu'un voile s'étale sur le côté gauche de la poitrine, en partant de dessous le mamelon, et occasionne une sensation de constriction telle que la malade est obligée de s'asseoir et quelquefois même de se lever pour obvier à l'étouffement qui en résulte.

Je constate des battements forts et étendus, presque aussi éclatants sous la clavicule droite qu'à la pointe du cœur. Absence de bruit anormal. Pouls à 72.

Mme L..., qui me consulte dans mon cabinet, me dit avoir pris longtemps, et sans avantage, de la digitale, de la scille et de la scammonée; elle obtenait deux à trois selles par jour.

Je prescris 3 granules de vératrine par jour. Le pharmacien croit devoir faire des observations à la malade, qui s'effraie. Néanmoins, rassurée par mon assurance, elle se décide à faire usage du remède, et trois jours après vient m'annoncer qu'elle peut marcher avec facilité, monter l'escalier, écrire sans inconvénient, et que le flux hémorrhoïdaire a disparu. En un mot, elle se trouve guérie. Je l'engage à suspendre la vératrine et à ne la reprendre qu'à la récidive du mal.

Obs. VIII. — Hypertrophie simple du cœur chez une personne très fluette. — Avantages de la vératrine.

Seconde Normand, cinquante ans, célibataire, cuisinière, n'a plus ses règles depuis cinq ans, très active, de taille au-dessus de la moyenne, très fluette, avait remarqué depuis un temps indéterminé, mais remontant assez haut,que ses pieds et le bas des jambes étaient enflés et douloureux le soir, et que la marche et la montée de l'escalier étaient devenues difficiles, impossibles même par moments.

Elle éprouvait de très violents battements de cœur et était sujette à des accès d'oppression survenant la nuit, et qu'elle ne faisait cesser qu'en se levant.

Au commencement de février dernier, le matin à cinq heures, les maîtres m'appelèrent d'urgence auprès de leur domestique. Elle étouffait littéralement. Les battements du cœur et des artères étaient trop rapides pour être comptés. Congestion pulmonaire des plus intenses, yeux hagards, résolution de la tête et des membres.

On pare à ces terribles accidents par les sinapismes, les manuluves chauds, le courant d'air et les frictions.

Vératrine, 5 centigrammes dans une potion ordinaire, à prendre par cuillerée à café toutes les heures.

Le calme rétabli, je peux constater très nettement, comme je l'ai fait depuis à diverses reprises, que cette personne, si fluette qu'elle soit, est

bien réellement affectée d'hypertrophie du cœur. Les battements sont éclatants, métalliques dans toute l'étendue de la poitrine ; la cavité thoracique, au moins dans la partie antérieure, semble n'être occupée que par cet organe. La région précordiale est voussurée et vigoureusement soulevée. Les bruits du cœur sont très bien perçus sur toute l'étendue de l'aorte thoracique ; du reste, pas de bruit de souffle.

La vératrine, dont on éloigna les doses au fur et à mesure que la guérison s'effectuait, fut employée pendant quinze jours. L'œdème des membres inférieurs, qui avait grandement augmenté le jour de l'accès, diminua progressivement, mais sans jamais disparaître tout à fait.

Le soir, les pieds sont encore un peu enflés et douloureux. A partir de l'emploi de la vératrine, Secònde Normand a pu impunément suffire à son travail en respectant toutefois les règles hygiéniques indispensables en semblable circonstance. Il y a quelques jours, par mesure de précaution, je l'ai soumise à l'usage des granules à 3 par jour à semaine passée.

Obs. IX. — Hypertrophie du cœur simple. — Homme, quarante-trois ans. — Battements précipités. — Oppression. — Vératrine.

M. Eud..., négociant, âgé de quarante-trois ans, marié, grand, très robuste, très actif, a toujours joui d'une brillante santé. La nature de son commerce le tient presque constamment sur pied. Toujours il a répondu aux circonstances les plus urgentes, tant est grande son énergie, tant est forte sa constitution.

Lorsqu'au commencement de juin dernier, il fut arrêté soudainement par une douleur sous-mammaire gauche, coïncidant avec de la toux, de la dyspnée, de la difficulté pour la marche, et une quasi-impossibilité pour l'ascension des escaliers ; les battements du cœur étaient rapides, étendus, sans bruit anormal. Le pouls était à 120. Absence de phénomènes cérébraux.

L'aspect du malade et les symptômes ci-dessus ne permettaient pas de doute sur la nature de la maladie, il s'agissait bien d'une hypertrophie dite simple ou fonctionnelle. L'état latent faisait place au galop cardiaque, prélude anticipé de l'asystolie. 5 milligrammes de vératrine par jour en firent rapidement justice. Tous les symptômes disparurent à la fois.

Obs. X. — Hypertrophie simple du cœur chez un homme de quarante-trois ans, très robuste. — Échec de la digitale. — Succès de la vératrine. (Observation recueillie par M. Peyneau, étudiant en médecine.)

L... François, âgé de quarante-trois ans, boucher-boulanger, demeurant à B..., ne se rappelle pas que ses ascendants paternels ni maternels aient été atteints de maladie du cœur.

L... a toujours été fort, très robuste, d'un embonpoint excessif. Avant de tomber malade, il était bon marcheur, dur au travail, mangeait beaucoup et usait assez largement des boissons alcooliques. Pas de maladie antérieure à celle qui fait l'objet de cette observation, sauf

cependant des varices à la jambe droite, varices qui ont amené des ulcérations dont la guérison est aujourd'hui complète.

Au mois de mai 1871, le malade ressent les premières atteintes de son mal. Il devient peu à peu essoufflé, perd son appétit et son sommeil, ressent de l'oppression. Au mois de janvier 1872, ces symptômes s'aggravent : le malade est incapable de tout travail, de toute marche, inappétence, impossibilité absolue de dormir étendu, dyspnée continuelle, toux violente et œdème des pieds. Le médecin de la localité prescrit d'abord des sangsues à l'anus, puis des purgations, et enfin de la digitale.

Les sangsues, les purgations sont suivies d'un mieux qui ne dure que trois jours ; la digitale ne produit aucune amélioration.

Le malade, dans le même état qu'au mois de janvier, consulte, dans le mois de février, un docteur de La Teste, qui lui ordonne du sirop de digitale, des frictions à l'eau-de-vie camphrée sur les jambes, une application de douzes sangsues à l'anus tous les quinze jours, une purgation toutes les semaines.

Épouvanté par ce traitement, le malade se rend chez M. Bitot, le 5 avril dernier. M. Bitot diagnostique une hypertrophie du cœur, sans bruits de souffle.

Traitement. — Potion avec 5 centigrammes de vératrine, au bout de six jours, le malade ressent un mieux extrême, tous les symptômes dont j'ai parlé précédemment disparaissent, ce mieux se maintient quarante-cinq jours. Au bout de ce temps, rechute. Nouveau traitement à la vératrine, nouvelle guérison et ainsi de suite.

Le malade ne peut se soutenir sans remède, mais le remède vient toujours à bout de son mal.

CONCLUSIONS.

1° La vératrine est un agent précieux contre les troubles cardio-vasculaires;

2° Elle convient particulièrement dans les troubles qui accompagnent l'hypertrophie fonctionnelle du cœur;

3° Par rapport au cœur, contrairement à la digitale, à doses physiologiques, elle est atonique ou hyposthénisante;

4° A doses physiologiques, elle n'est pas spoliatrice comme la digitale. La continuité de son usage n'a donc pas le même danger;

5° Son rôle me paraît être compensateur, indirect. En suractivant la neurilité et la contractilité de la vie animale, elle fait taire la suractivité morbide du système nerveux et des fibres contractiles de la vie végétative;

6° Son action est très distincte de celle de la digitale. Quand donc cette dernière sera impuissante, il faudra en appeler à l'autre;

7° De même que la digitale, la vératrine est contre-indiquée dans la période ultime des affections cardio-vasculaires, dans l'asystolie ;

8° Il y a lieu de l'expérimenter dans toutes les maladies qui affectent le système nerveux de la vie végétative.

Dr TRÉLAT,

Professeur à la Faculté de médecine de Paris.

Sur le lymphosarcome.

(Extrait.)

(Séance du 9 Septembre 1872.)

M. le professeur Trélat fait une communication sur le lymphosarcome ou lymphadénome. Il étudie cette affection signalée depuis longtemps déjà par Hodgkins (1832), indiquée plus tard comme complication de la leucémie (Virchow), ou leucocythémie (Benecke); comme affection propre, indépendante de la leucémie (pseudo-leucémie de Cohnheim); comme affection générale des ganglions lymphatiques (adénie de Trousseau); observée sous des formes et des aspects divers par Wunderlich, Leudet, Hérard, Laboulbène, — Lebert, Hilmann, Langenbeck, Stromeyer, Billroth, — Hutchinson, Hillier, John Ogle, — récemment étudiée à la Société de chirurgie de Paris, par Giraldès, Verneuil, Lannelongue, Panas, et par l'auteur lui-même.

Un grand nombre de faits portent sur des individus profondément débilités par la cachexie lymphatique ou leucémique, et atteints de tumeurs multiples. Dans d'autres cas, il s'agit d'individus robustes et sains en apparence, mais déjà frappés par la généralisation du lymphosarcome.

C'est dans les ganglions du cou que les tumeurs débutent habituellement. Les hommes et les adultes y semblent plus sujets que les femmes et les enfants. Les tumeurs n'ont pas de tendance à l'ulcération; mais elles sont fréquemment le siége d'hémorrhagies interstitielles.

Le lymphosarcome peut être consécutif à la leucocythémie; il peut la précéder quand elle se montre seulement à la période ultime; il peut enfin parcourir toute son évolution sans qu'on ait jamais constaté l'excès des globules blancs.

Au point de vue histologique, la distinction du carcinome et du lymphosarcome doit être conservée; ce dernier étant caractérisé par le développement hypertrophique du réticulum ou de l'élément cellulaire des ganglions. Mais il faut reconnaître que cette distinction n'empêche pas certaines formes de lymphosarcome d'avoir une tendance à la généralisation, au moins égale à celle des carcinomes les plus malins.

Le lymphosarcome se présente sous deux formes : l'une molle, à tissu rougeâtre, analogue d'aspect au tissu du corps thyroïde; l'autre dure.

d'un blanc grisâtre, ferme et ne laissant écouler aucun suc. Cette dernière paraît plus grave par sa tendance à une généralisation étendue.

La maladie peut être divisée en deux stades : l'un hyperplasique, qui dure quelques mois ou un an ; l'autre métastatique ou de généralisation, dont la marche est parfois très rapide, où l'affection gagne d'abord les organes à tissu lymphoïde : foie, rate, ganglions, corps thyroïde, intestin et bientôt, par une véritable métastase hétérotopique, les os, vertèbres, côtes, os coxal, face profonde du derme.

Le pronostic est des plus graves. Tous les cas régulièrement observés se sont terminés par la mort dans un délai de trois à trente mois. Cette fatalité du pronostic est évidemment de nature à empêcher toute intervention chirurgicale. Personne n'y songera, quand les malades se présentent à une période avancée avec des lésions évidentes.

Mais au début, quand les tumeurs semblent solitaires, que les sujets sont doués des apparences de la santé, le diagnostic offre les plus grandes difficultés. Il n'offre nul caractère pathognomonique et ne peut reposer que sur un ensemble de présomptions.

L'âge moyen de la vie, le sexe (masculin), l'absence des caractères extérieurs de la scrofule ancienne ou actuelle, l'intégrité du tégument au niveau des tumeurs doivent être pris en sérieuse considération. Une recherche attentive devra être faite sur tout l'appareil lymphatique et ses dépendances, et toute tumeur reconnue du côté du poumon, du foie, de la rate, des ganglions lymphatiques, devra inspirer les plus grandes réserves, sinon arrêter absolument la main du chirurgien.

En effet, la généralisation est dès lors effectuée, et l'opération ne pourrait que hâter la mort du malade.

Dr LÉTIÉVANT,

Chirurgien en chef désigné de l'Hôtel-Dieu de Lyon.

Persistance de la motilité et de la sensibilité après la section des nerfs des membres. (Motilité et sensibilité suppléées.)

(Séance du 9 Septembre 1872.)

Messieurs,

La section des nerfs est généralement considérée comme devant entraîner, après elle, une paralysie complète dans le département où se distribue le nerf divisé.

Cette opinion est erronée.

Malgré la section d'un nerf, il persiste toujours, dans sa région, de la sensibilité, quand la division a porté sur un nerf sensitif; de la motilité, si c'est sur un nerf moteur; l'une et l'autre de ces fonctions s'il s'agit d'un nerf mixte.

Ces fonctions, considérablement amoindries, il est vrai, sont le résultat de l'action d'agents étrangers aux nerfs sectionnés.

J'ai nommé, pour cette raison, la persistance motrice et sensitive, après les sections nerveuses, *motilité et sensibilité suppléées*.

Je vais essayer, Messieurs, de vous démontrer le mécanisme et les caractères de ces suppléances par l'étude de quelques faits.

En 1868, je fus appelé à donner des soins à un jeune homme atteint de tétanos traumatique, survenu à la suite d'une blessure par arme à feu, dans la main et les doigts.

Je fus conduit, par les indications, à diviser le nerf médian au bras. Le malade guérit. Mais tout en vous faisant constater le bénéfice de la section nerveuse sur ce tétanique, ce n'est pas sur ce terrain que je réclame votre attention.

Veuillez me suivre, Messieurs, dans l'examen de la motilité et de la sensibilité sur la main de mon malade.

Dès la septième heure, j'observais, avec étonnement, une sensibilité notable conservée dans tout le département sensitif du médian, et, dans les doigts, des mouvements qui n'auraient pas dû exister après la section de ce nerf.

Cette motilité et cette sensibilité s'accrurent de plus en plus les jours suivants.

Un mois après, elles avaient acquis encore un degré de perfectionnement. Mais, c'est surtout à neuf mois de l'opération que ces fonctions eurent atteint leur summum de développement.

Ce développement était tel que des observateurs considéraient ce fait comme un exemple de régénération nerveuse.

Il n'en était rien vraiment.

Les mouvements et la sensibilité s'étaient perfectionnés dans leurs nouvelles formes par l'habitude. La main s'était instruite, si je puis dire ainsi; mais cette motilité et cette sensibilité conservaient les mêmes caractères de suppléance des premières heures, des premiers jours, des premiers mois.

Je vais en tracer le mécanisme et les caractères observés à cette époque, c'est-à-dire neuf mois après l'opération.

Motilité. — Les muscles paralysés, après la section du médian, sont : les rond et carré pronateur, les palmaires, le fléchisseur superficiel, la moitié externe du fléchisseur profond, le fléchisseur propre du pouce, l'opposant et le court fléchisseur de ce doigt.

Non seulement ces muscles étaient paralysés, ils étaient encore complètement atrophiés, ce qui donnait lieu à une déformation particulière et caractéristique que je ne veux pas décrire ici, me restreignant uniquement à mon sujet.

Malgré l'inaction de tous les muscles que je viens de citer, la main conservait presque tous les mouvements qu'ils ont coutume de produire.

La pronation s'accomplissait par l'intervention des rotateurs de l'épaule, du biceps huméral, du long supinateur même.

La flexion de la main était due à la contraction du muscle cubital antérieur.

Les deux derniers doigts obéissaient aux inter-osseux et à la moitié interne du fléchisseur profond ; tous, muscles innervés par le cubital, gardaient leur flexion presque complète.

Le médius était entraîné en flexion par la languette tendineuse que lui envoie le tendon fléchisseur profond de l'annulaire.

L'index se fléchissait, dans sa première phalange, par l'action des inter-osseux ; dans ses deux dernières phalanges, par l'action des muscles radiaux et extenseurs communs. Ceux-ci, entraînant en arrière la racine de ce doigt, mettaient à l'état de tension la corde passive formée par les tendons des fléchisseurs paralysés. Cette corde, par sa tension, déterminait l'inclinaison des deux dernières phalanges.

La flexion était ici, en réalité, produite par des muscles extenseurs.

Il en était de même pour la dernière phalange du pouce, dont le tendon fléchisseur était totalement paralysé. La flexion s'obtenait par le même mécanisme ; le renversement de la racine du pouce, à l'aide du long abducteur et du court extenseur.

L'opposition était faite par l'adducteur et le court fléchisseur.

Tous les mouvements observés en détail existaient donc dans la main et les doigts du sujet. Plusieurs étaient fort imparfaits, notamment celui de flexion si ingénieusement suppléé par les extenseurs. Mais chaque jour perfectionnant leur éducation, ils pouvaient rendre quelques services.

Sur un autre blessé, qui avait eu une section complète, au bras, du médian et du cubital à la fois, et sur lequel, par conséquent, il ne restait plus de fléchisseurs actifs, les mouvements de flexions produits par les extenseurs permettaient au malade de saisir un chapeau avec la main, de prendre un verre à demi rempli et de le porter à sa bouche, etc.

Sensibilité. — La sensibilité persistait dans tout le département du nerf médian, elle se présentait avec les caractères suivants :

Les sensations tactiles existaient partout ; mieux à la périphérie du domaine du nerf, moins à l'extrémité palmaire de l'indicateur.

En ce dernier point, le malade ne sentait ni la douleur, ni la

chaleur. Ces sensations étaient plus ou moins obtuses dans le reste du département du médian.

Cette sensibilité avait gagné en développement, depuis les précédentes explorations; elle restait cependant imparfaite avec les mêmes caractères signalés dès les premières heures de l'opération.

L'interprétation de ces phénomènes ne pouvait s'accommoder de la théorie de la régénération nerveuse. Un nerf ne se régénère pas sept heures après sa section; pas davantage en dix, quinze ou trente jours. Et pourtant la sensibilité était alors ce qu'elle était encore neuf mois après l'opération.

Je trouvais l'explication de cette persistance sensitive dans les deux conditions anatomiques suivantes :

1° L'existence de filets nerveux anastomotiques distribués, par les nerfs voisins, dans la région du médian;

2° Le voisinage des appareils papillaires nerveux dépendant aussi des nerfs voisins.

Que des filets anastomotiques échappés des nerfs voisins se rendent dans le domaine du médian, cela ne fait aujourd'hui plus aucun doute.

Les nerfs du bras, à mesure qu'ils arrivent plus près de leur terminaison, multiplient leurs liaisons réciproques.

Ainsi, entre le médian et le cubital, il y a une anastomose, que j'ai décrite, à l'avant-bras; une autre très forte au poignet; d'autres dans la paume de la main. Enfin, les collatéraux des doigts sont souvent anastomosés entre eux, comme l'ont démontré les travaux de M. Charles Robin.

La physiologie expérimentale a confirmé ces données.

Les faits pathologiques que je viens de signaler, en sont une nouvelle démonstration.

Ces filets anastomotiques, chargés d'entretenir un reste de sensibilité dans le département du médian, après sa section, sont peu nombreux, sans doute, mais ils rendent compte de la perception des sensations de douleur et de chaleur.

A l'extrémité palmaire de l'index, la douleur et la température n'étaient pas perçues; c'est que les tubes nerveux n'existent pas en ce lieu-là.

Cependant la tactilité y persiste.

Elle s'explique par la deuxième condition anatomique citée plus haut : les papilles nerveuses, voisines du domaine du médian, appartenant aux autres nerfs.

Ces papilles sont extrêmement impressionnables, et on ne se doute pas avec quelle facilité elles recueillent fidèlement les impressions produites à une certaine distance d'elles.

L'exemple suivant le fait comprendre :

Je prends entre mon index et mon médius le doigt de M. X... ; puis, fermant les yeux, je prête mon attention à ce qui va se passer. Je prie M. X... d'exercer des frottements sur son doigt. A mesure qu'il les produit, je les sens : — Vous frottez au bout de votre doigt, à sa racine ; — fortement ; faiblement — en long ; transversalement.

J'ai donc saisi le siége, les nuances, l'intensité et la direction des frottements,

Ainsi, les papilles de mon index et de mon médius, ébranlées à distance par des impressions produites sur un organe étranger, ont recueilli assez fidèlement ces sensations pour que mon *sensorium commune* les ait appréciées. Combien, à plus forte raison, chez mon opéré, les papilles du nerf radial, si nombreuses à la région dorso-latérale de l'index, ne sont-elles pas mieux disposées pour saisir les frottements que j'exerce sur son doigt à lui?

On conçoit qu'une pareille sensibilité soit susceptible d'une certaine éducation ; elle arrive parfois presque à la perfection.

Dans un fait publié par MM. Leudet et Delabost, les sensations à la douleur, à la température étaient obtuses, mais la tactilité était presque normale, bien que les deux bouts du nerf médian aient été trouvés, à l'autopsie, complètement séparés, trente ans après la section.

Malgré l'habitude et l'attention du malade à se servir le mieux possible de ce qu'il conserve, cette sensibilité, comme la motilité, reste toujours imparfaite.

Ceci permet d'établir une distinction très précise entre les fonctions suppléées et celles résultant d'une régénération nerveuse.

Il m'a été donné d'observer, sur mon opéré, le contraste frappant offert par ces deux modes de motilité et de sensibilité.

Dix-neuf mois après sa section, le nerf était complètement régénéré.

Les mouvements avaient récupéré toute leur force et leur précision ; ils étaient produits par les muscles eux-mêmes précédemment atrophiés. Ces muscles avaient recouvré leur forme et leur puissance.

La sensibilité était normale dans tout le domaine du médian. Sensation de douleur, de température, de tact, tout y était perçu avec une exquise perfection.

La notion du mécanisme des suppléances motrices et sensitives, tel que je viens de l'exposer, ne repose pas sur le seul fait qui précède. Plusieurs observations, inédites encore, de section du médian, confirment de tous points les doctrines précédentes.

Il serait trop long de les exposer ici. Je ne vous entretiendrai que d'un seul fait concernant le nerf radial, parce qu'il est capital pour la démonstration des opinions que j'avance.

Le sujet de cette observation avait eu le nerf radial divisé par un coup de couteau.

Quand je le vis, cinq ans après sa blessure, je lui trouvais tous les symptômes caractéristiques de la section complète du nerf. Il restait pourtant une sensibilité assez développée dans le domaine du radial, au dos de la main et des doigts. Certains mouvements d'extension de l'extrémité des doigts et du métacarpe persistaient aussi. Ces conditions avaient induit quelques observateurs à douter de la section complète du radial.

Je dus leur démontrer que les mouvements d'élévation étaient produits, celui des doigts, par les inter-osseux qui sont extenseurs des deux dernières phalanges, celui du métacarpe par les fléchisseurs qui, en se contractant, prenaient, par leur tendon, un point d'appui sur le ligament annulaire du carpe faisant office de poulie de réflexion.

Puis, dans le but de mettre le malade dans les conditions possibles d'une régénération de son radial, je fis une incision et mis à découvert les deux bouts du nerf.

Je vis alors que le radial était réellement séparé et nullement régénéré, ainsi qu'on l'avait cru. Les deux bouts étaient distants de 3 centimètres, l'un superficiel, l'autre profond, séparés par un tissu cicatriciel dense, serré, inextricable.

Enfin, je sectionnais le bout supérieur au-dessus, le bout inférieur au-dessous de ce tissu cicatriciel pour les suturer.

Or, après cette interruption chirurgicale du nerf, indiscutable cette fois, le malade présenta les mêmes phénomènes de motilité et de sensibilité que ceux observés à la suite de la section accidentelle et discutée.

C'était donc bien, en réalité, de la motilité et de la sensibilité suppléées qu'il avait eu et qu'il avait encore.

Pour le nerf cubital, la suppléance motrice se fait par les fléchisseurs appartenant au médian. Quelques mouvements aussi sont exécutés par des muscles dépendant du nerf radial.

La sensibilité est suppléée par les anastomoses et les papilles voisines.

J'ai déjà publié un fait plein d'enseignements dans un travail sur ce sujet. Deux autres observations, inédites encore, mais sous presse, sont venues depuis confirmer en tous points ce que ce travail renferme.

Je n'abuserai donc pas, Messieurs, de vos instants en relatant cette série de faits à l'appui de ma théorie des suppléances motrices et sensitives, après la section des nerfs des membres supérieurs.

Les mêmes phénomènes s'observent sur les membres inférieurs.

Sur un malade auquel j'avais coupé le nerf sciatique poplité interne pour un tétanos, il restait, sur la région dorsale du pied et sur la partie externe de la jambe, une sensibilité obtuse qui présentait tous les caractères signalés dans les faits précédents.

Pour ce qui est de la motilité, nul n'ignore que, après la section du sciatique poplité interne, l'extension du pied sur la jambe n'est pas complètement supprimée, puisqu'il reste encore, pour la produire, un muscle suppléant : le long péronnier latéral innervé par le sciatique poplité externe.

Ce qui surprend davantage, c'est de trouver, après la section du nerf grand sciatique, une persistance de motilité telle du membre que le malade peut marcher presque naturellement.

Sur un mobilisé du Rhône, blessé à la bataille de Nuits, la balle avait sectionné le grand sciatique à l'union du tiers inférieur et du tiers moyen de la cuisse: Or, ce malade, bien que privé de l'action de tous les muscles de la jambe et du pied, continue à marcher. Sur un sol uni et en s'observant, il parvient à dissimuler la légère claudication qu'il présente en temps ordinaire.

Les muscles qui interviennent alors dans la marche sont : les extenseurs, les fléchisseurs, les abducteurs, les adducteurs de la cuisse. Par eux, la jambe est projetée en avant, en arrière, en dedans, en dehors; le sol est foulé, et une certaine équilibration est obtenue pendant le passage du centre de gravité du corps sur le membre malade.

En résumé, Messieurs, il est établi :

1° Qu'après la section des nerfs des membres, il persiste toujours de la motilité et de la sensibilité dans le domaine du nerf divisé;

2° Que cette motilité et cette sensibilité sont le résultat de suppléances.

Comme conséquences immédiates, cette étude scientifique inspirera une réserve plus grande dans l'admission des faits de régénération nerveuse chez l'homme; elle encouragera encore à la pratique de la névrotomie, trop délaissée par la crainte d'une paralysie absolue après les sections nerveuses.

Il me reste, Messieurs, à vous remercier de votre bienveillante attention et de votre parfait accueil. Je serai satisfait si la communication que je viens de vous soumettre reçoit une consécration dans cette savante assemblée. La France ayant été le berceau des essais

chirurgicaux sur les sections nerveuses, je serai heureux, dis-je, de donner aujourd'hui encore, à mon pays, la priorité sur cette question dans sa partie physiologico-pathologique.

Dr ARMAINGAUD,

Professeur du cours municipal d'hygiène de Bordeaux.

Du Point douloureux apophysaire dans les névralgies et de l'irritation spinale.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

Le présent travail se compose de trois parties. Dans la première, je présente des observations de névralgies offrant toutes le point apophysaire de Trousseau, et dont quelques-unes offrent, en outre, quelques particularités intéressantes dont je rechercherai la signification.

Dans la seconde partie, je cherche à établir l'existence, en tant qu'espèce morbide distincte, de l'affection décrite par les médecins anglais et américains, sous le nom d'*irritation spinale,* existence contestée par la plupart des pathologistes français, et je montre les analogies que présente cette dernière affection, d'une part avec les névralgies avec point apophysaire, et d'autre part avec les affections que le Dr Cahen a décrites sous le nom de *névroses vaso-motrices*.

Dans la troisième partie, je présente quelques considérations sur la fièvre intermittente et le goître exophthalmique, considérés comme névroses *vaso-motrices d'origine spinale.*

Enfin, au point de vue pratique, j'appelle l'attention de mes confrères sur un mode de traitement efficacement applicable dans un grand nombre de maladies nerveuses, spécialement dans les névralgies rebelles et dans l'irritation spinale; je veux parler des applications locales révulsives sur la colonne vertébrale, et j'émets le vœu qu'il soit plus souvent mis en pratique, m'appuyant sur les résultats obtenus par Ollivier d'Angers, par la plupart des auteurs que je cite, et enfin par moi-même.

Voici par quel enchaînement d'idées j'ai été conduit à faire cette étude comparative :

Pendant mes études médicales, j'avais souvent vu Trousseau, dans ses cliniques de l'Hôtel-Dieu, attirer l'attention des élèves sur l'existence, dans les névralgies, d'un point douloureux fixe non

décrit jusqu'alors et qui siége au niveau des apophyses épineuses des vertèbres.

Pour en constater l'existence, il suffit de presser successivement les apophyses épineuses, en commençant par les deux premières, immédiatement au-dessous de l'os occipital, et descendant jusqu'au sacrum. On arrive ainsi à un point dont la pression fait brusquement redresser le malade, qui cherche à se dérober au contact, et parfois pousse un cri : on a touché le point douloureux. On peut constater, en même temps, que la pression des vertèbres situées au-dessus et au-dessous ne fait éprouver aucune souffrance (1).

Ayant eu souvent l'occasion de constater ce point apophysaire dans le service de Trousseau, je me suis mis à sa recherche, depuis que j'exerce la médecine, dans tous les cas de névralgie où il m'a été possible d'explorer la colonne vertébrale.

Comme on le verra par la lecture de mes observations, j'ai rencontré ce point dans onze cas, c'est-à-dire dans plus du tiers des cas de névralgie, car je n'ai pu explorer complètement la colonne vertébrale qu'environ trente fois.

Ainsi, si le point apophysaire n'est pas aussi absolument constant que l'affirmait Trousseau, il est néanmoins très fréquent, et je ne doute aucunement que tous les médecins n'en constatent l'existence dès qu'ils voudront se donner la peine d'explorer les rachis dans tous les cas de névralgies qui se présenteront à leur observation (2).

Aussi, suis-je fort surpris de voir l'oubli inexplicable dans lequel est tombé ce point de séméiologie, depuis que Trousseau en a révélé l'existence. Aucun des traités de pathologie, même les plus récents, aucun recueil d'observations ou de leçons de clinique n'en fait mention. Ni Grisolle, ni M. Lorain, dans son édition du livre de Valleix, ni Niemeyer, ni Axenfeld, ni Jaccoud, dans leurs traités de pathologie interne, n'y font allusion. Enfin, M. Rigal, dans la thèse qu'il a récemment soutenue pour le concours d'agrégation, n'en parle pas davantage, et cependant il s'occupe longuement de la pathogénie des névralgies et de leur origine soit spinale, soit périphérique.

Cette omission est vraiment singulière, et la publication de mes observations n'eût-elle d'autre résultat que de relever de l'oubli un symptôme important, que cela suffirait, je crois, pour la rendre utile et opportune.

Mais un examen attentif de ces observations n'a pas tardé à faire

(1) Trousseau, *Clinique médicale de l'Hôtel-Dieu de Paris*, 3e édition, t. II, p. 384 et suivantes.

(2) Au moment où je livre ces feuilles à l'impression, le Dr Douaud me communique une observation dans laquelle il a récemment constaté le point apophysaire.

surgir dans mon esprit l'idée d'un rapprochement entre les névralgies avec douleur apophysaire et l'affection désignée sous le nom d'*irritation spinale*, et à laquelle les médecins anglais et allemands ont fait jouer un très grand rôle dans la pathogénie des maladies nerveuses.

Cette affection n'a jamais été acceptée en France, en tant qu'espèce morbide distincte, que par deux pathologistes : Ollivier d'Angers (1) et le professeur Axenfeld (2). Tous les autres médecins en ont nié l'existence, la considérant comme un simple symptôme lié à des maladies très diverses.

Aussi n'en trouve-t-on la description que dans les ouvrages des deux auteurs que je viens de nommer. Jusqu'à ces derniers temps, je ne connaissais cette affection que par la description qu'en a donnée Ollivier, et comme il ne donne qu'un résumé très incomplet et très insuffisant des observations sur lesquelles il s'appuie, une grande confusion résulta pour moi de cette lecture, et je continuai à me demander si l'*irritation spinale* ne se confondrait pas tout simplement avec la névralgie comme le veut Valleix, ou si, au contraire, un certain nombre de névralgies ne devraient pas être considérées comme des exemples d'*irritation spinale ?*

Il ne me restait donc qu'une chose à faire pour dissiper cette confusion : c'était de remonter directement aux observations sur lesquelles on s'est appuyé pour établir l'existence de l'*irritation spinale,* et j'ai trouvé fort heureusement, dans l'excellent *Traité des névroses* du professeur Axenfeld, des indications bibliographiques suffisantes pour faire ces recherches. Du reste, les plus importantes de ces observations, qui nous viennent presque toutes d'Allemagne et d'Angleterre, ont été traduites et résumées dans la *Gazette médicale de Paris,* et je joins à la bibliographie allemande et anglaise l'indication des numéros de ce recueil où elles sont consignées, ainsi que l'indication des nouvelles observations que j'ai pu recueillir par mes propres recherches.

BIBLIOGRAPHIE.

J. Frantz, *Praxeos medicinæ univ.* P. II., vol. I, sect. I, p. 37.

S. Stiebel, *Kleine Beiträge z. Heilwissenschaft.* Francfort, 1823, in-8° et *Rust's Magazin,* Bd. XVI, 1824.

Allan, *Glasg. med. Journal,* 1828. Brown, *On irritation of the spinal nerves.* (*Glasg. med. Journal*, May. 1828.)

Darwal, *On some forms of cerebral and spinal irritation.* (*Midland med. Reporter,* May 1829.)

(1) Ollivier d'Angers, *Maladies de la moelle,* 3e édition, 1837.

(2) Axenfeld, *Des Névroses* (dans le *Traité de pathologie,* de Requin).

Player, *On Irritation of the spinal nerves.* (*Quaterly Journal of med. sciences,* 1821.)

J. Hinterberger, *Beiträge z. d. Rückrathskrankh.* (*Salzb. med. chir. Zeitung,* 1828, Bd. III, p. 27.) *Abhandl. über d. Entzünd. D. Rückenmarks,* etc. Linz., 1831, in-8°.

J. Pridgin Teale, *A Treatise on nevralg. diseases depend. upon irritation of the spinal marrow,* etc. London, 1829, in-8°.

Tate, *A Treatise on hysteria.* London, 1830, in-8°.

J. Parish, *Remarks on spinal irritation.* (Americ, *Journal of the med. sciences,* 1832, et *Archives générales de médecine,* 1832, t. I, p. 388.)

William and Daniel Griffin, *Observ. on fonctional affection of the spinal cord.* London, 1834, in-8°, et *Gazette médicale de Paris,* 1835, p. 273.

Enz, *Beob. üb. mehrere d. symptomat. Krankheitsformen,* etc. (*Rust's Magazin,* 1834, Bd. XLI, p. 195, Bd. XLIV, p. 43.), et *Gazette médicale de Paris,* 1835, p. 726 et suiv.

J. Marshall, *Pract. observ. on diseases occasioned by spinal irritation.* Lond. 1835, in-8°.

Cruveilher, *Du Point dorsal et de sa valeur thérapeutique.* (*Bulletin de thérapeutique,* 1837, t. XII, p. 388.)

Ollivier (d'Angers), *De la Moelle épinière et de ses maladies,* 3e édition, 1838, t. II, p, 209. — Appendice.

J.-H. Albers, *Die Reizung d. Rückenmarkes.* (*Hannov. Annalen,* Bd. III, Heft 1.)

Stilling, *Unters. über die Spinal-irritation.* Leipzig, 1840, in-8°.

Grossheim, *Med. Zeit. v. d. Verein f. Heilk. in Preussen,* 1840, n° 23.

Hirsch, *Beiträge z. Erkenntn. u. Heil. d. Spinalneurosen.* Kœnigsb., 1843, in-8°.

Türk, *Abhandl. üb. Spinal-irritation.* Vienne, 1843, in-8°.

Eisenmann, *Zur Spinal-irritation.* (*Neue med. chir. Zeit.*, 1844, I.)

Mayer, *Ueber d. Unzulassigkeit d. Spinal-irrit. als besond. Krankheit.* Mainz, 1849, in-8°.

G. Paton, *On the nature and treatment of spinal-affections.* (*Edinb. med. and. surg. Journal,* april 1850.)

Thomas, *Observations d'irritation spinale,* par le professeur Thomas, (*Gazette médicale de Paris,* 1835, p. 774.)

Malone, *Remarques sur l'irritation spinale,* avec deux observations, *Gazette médicale,* 1836, p. 278.

Waddel, *Du Mécanisme de quelques maladies du nerf grand sympathique,* par le docteur Waddel. (*Gazette médicale de Paris,* 1835, p. 229.)

Edw. Stanley, *De l'Irritation de la moelle épinière et de ses nerfs.* (*Gazette médicale de Paris,* 1834, p. 46.)

Creuseton, *Gazette médicale de Paris,* 1836, p. 217. *(Irritation spinale consécutive à une gastralgie.)*

Azenfeld, *Des Névroses,* dans la *Pathologie interne de Requin,* t. IV, p. 284.

I

Observations de névralgies avec douleur apophysaire (1).

Obs. I. — *Névralgie du trijumeau.* — Point apophysaire au niveau des deux premières vertèbres cervicales. — Guérison par l'application d'un vésicatoire à la nuque.

Mme X..., trente-un ans, d'un tempérament lymphatico-sanguin, bonne constitution, vient me consulter le 28 février 1868, pour une névralgie trifaciale du côté gauche, très intense, qui la fait souffrir depuis trois jours. — C'est la quatrième reprise de la névralgie depuis un an. Les trois atteintes qui ont précédé, ont toujours eu une durée d'au moins quinze jours, et tous les traitements employés pour combattre ces trois atteintes : vésicatoires morphinés, sulfate de quinine, vératrine, ont échoué, et la maladie n'avait paru s'éteindre que par épuisement.

Les deux premières branches du trifacial sont atteintes, mais la branche ophthalmique est la plus douloureuse; l'œil du côté malade est injecté, battements des artères du même côté. J'explore la colonne vertébrale et je constate une douleur très vive, provoquée par la pression sur les apophyses épineuses des deux premières vertèbres cervicales. Les autres vertèbres sont insensibles.

Ayant présent à l'esprit le succès obtenu par Ollivier d'Angers, par les applications locales sur la colonne vertébrale, et, considérant l'insuccès des traitements employés contre les atteintes précédentes, je me décide à appliquer immédiatement un vésicatoire de cinq centimètres carrés à la partie supérieure et postérieure du cou, sur la ligne médiane.

Dix heures après l'application du vésicatoire, la névralgie a presque disparu. Pansement simple avec du cérat. Cessation complète de la douleur dans la journée. Guérison.

Au bout de trois mois, nouvelle récidive : application immédiate d'un vésicatoire au même point, sans morphine. Guérison dès le deuxième jour. Aucune récidive depuis quatre ans.

Obs. II. — *Névralgie du trifacial droit.* — Point apophysaire aux trois vertèbres cervicales. — Vésicatoire à la nuque. — Guérison.

Le 12 mai 1868, Mlle X..., dix-neuf ans, d'un tempérament très lymphatique, d'une constitution faible, vient me consulter pour une névralgie exclusivement limitée à la branche ophthalmique droite. L'œil est gonflé et larmoyant. Battements dans les artères du même côté. C'est la deuxième atteinte depuis six mois et la quatrième depuis trois ans; la malade est chloro-anémique, et depuis huit mois, est saturée de préparations ferrugineuses. Le sulfate de quinine a été employé avec persévérance, mais sans succès, contre la névralgie dont elle fut atteinte six mois auparavant, malgré la périodicité bien marquée qu'elle présentait

(1) La plus grande partie de ces névralgies ont été observées à Saint-Ciers-Lalande, localité paludéenne.

et le lien qu'elle semblait avoir avec des accès antérieurs de fièvre paludéenne.

En pressant successivement les apophyses épineuses des vertèbres, je constate une douleur vive siégeant à la partie la plus inférieure de l'occipital et le long des apophyses épineuses des trois premières vertèbres cervicales. Quand j'augmente l'intensité de la pression, des irradiations douloureuses, lancinantes, se manifestent, non seulement dans la branche ophthalmique qui est le siége de la névralgie, mais aussi dans la branche maxillaire supérieure, spécialement dans la région malaire. Les autres vertèbres sont insensibles.

Application immédiate d'un vésicatoire à la nuque ; pansement simple. Cessation absolue de toute douleur huit heures après le premier pansement. Préparation de quinquina, à partir du troisième jour après la guérison. Pas de récidive.

Obs. III. — *Névralgie trifaciale gauche.* — Point apophysaire. — Vésicatoire à la nuque. Guérison deux jours après.

Le 20 février 1869, M. X..., cultivateur, âgé de trente-neuf ans, est atteint pour la deuxième fois, depuis deux ans, d'une névralgie très violente de la branche maxillaire supérieure du trifacial. Les deux points particulièrement douloureux siégent à la région sous-orbitaire et à la région malaire. Il souffre, depuis deux jours, d'une façon presque continue. La pression des deuxième, troisième et quatrième vertèbres cervicales provoque une douleur locale très vive et une exaltation très marquée de la douleur névralgique. Le premier accès de névralgie dont il fut atteint environ dix-huit mois auparavant, ayant présenté une périodicité très marquée, le sulfate de quinine lui avait été administré avec succès, la première dose de un gramme ayant fait cesser la névralgie.

Je prescris donc de la quinine; mais cette fois-ci, vu la durée plus longue du premier accès, je lui en fais prendre 1 gramme 50 centigrammes, et, en même temps, j'applique sur la région malaire un vésicatoire que je panse ensuite avec de la morphine et du cérat.

La douleur n'en continue pas moins avec la même intensité pendant deux jours. J'applique alors un vésicatoire de 5 centimètres carrés au niveau des trois vertèbres douloureuses, et après le premier pansement, la douleur diminue très notablement et devient supportable. Au Au bout de trois jours, guérison. Je n'ai pas revu le malade depuis, et j'ignore s'il y a eu récidive.

Obs. IV. — *Névralgie intercostale gauche.* — Point apophysaire. — Guérison après l'application d'un vésicatoire au niveau des deuxième, troisième et quatrième vertèbres dorsales.

Mme X..., vingt-sept ans, d'un tempérament lymphatique, ayant eu à plusieurs reprises des accès de fièvre intermittente, mais aucune autre maladie. Depuis deux jours, elle éprouve une douleur très vive dans tout

le cinquième espace intercostal gauche. Je cherche les points douloureux fixes et j'en trouve trois : *deux points postérieurs,* l'un dans la gouttière vertébrale, l'autre sur l'apophyse épineuse de la deuxième dorsale; le troisième point est antérieur et siége à 1 centimètre en dehors du sternum.

C'est la troisième récidive depuis deux ans.

Application immédiate d'un vésicatoire au niveau des troisième et cinquième vertèbres dorsales, pansement simple au cérat. La douleur diminue progressivement d'intensité, devient très supportable au bout de deux jours, et le sixième jour la guérison est complète.

Obs. V. — *Névralgie intercostale gauche,* coïncidant avec une fièvre intermittente. — Point apophysaire.

Le 2 juillet 1869, Mme X..., âgée de vingt-trois ans, d'un tempérament nervoso-sanguin, d'une bonne constitution, me fait appeler auprès d'elle pour une douleur très vive qu'elle éprouve dans un point limité de la partie latérale gauche de la poitrine. J'arrive le soir, à cinq heures, la malade vient d'éprouver un frisson très violent, le pouls bat 82 fois, la peau est chaude; je crois d'abord à un début de pneumonie; je percute et ausculte la poitrine des deux côtés avec soin, mais la respiration est normale dans tous les points, pas de matité; il y a seulement un peu de dyspnée. J'applique mon thermomètre pendant un quart d'heure sous l'aisselle, il monte à 38°4. Je prescris une potion contenant 20 gouttes de digitale.

Le lendemain matin, à huit heures, le pouls est retombé à 64, le thermomètre à 37°6, plus de fièvre, plus de dyspnée, rien à l'auscultation, ni à la percussion; mais, par contre, la douleur de côté est devenue plus forte que la veille et arrache des cris à la malade. J'explore alors avec soin le point douloureux que me désigne la malade, lequel est situé au milieu du sixième espace intercostal, à peu près à égale distance de la colonne vertébrale et du sternum. La pression que j'exerce sur ce point très limité exagérant la douleur, l'idée d'une névralgie intercostale me vient à l'esprit, et j'explore les autres points; je ne trouve aucun point douloureux en avant, ni dans la gouttière vertébrale, mais les apophyses épineuses des quatrième, cinquième et sixième vertèbres dorsales sont très douloureuses à la pression, et la douleur ainsi provoquée s'irradie dans tout le trajet du nerf intercostal.

Il s'agissait donc d'une névralgie intercostale compliquée d'une fièvre probablement intermittente, et dans la pensée que le sulfate de quinine ferait disparaître en même temps la fièvre et la névralgie, je prescrivis 1 gr. 50 centig. de ce sel, sans appliquer de traitement local. Le soir, à six heures, la fièvre était revenue, mais avec moins d'intensité, pour cesser à sept heures du matin. A huit heures du matin, en effet, le pouls est à 60, le thermomètre marque 37°3. Nouvelle dose de sulfate de quinine, et la fièvre ne revient plus, mais la névralgie intercostale, pendant tout ce temps, n'a pas cessé de faire souffrir la malade; je veux

alors lui appliquer un vésicatoire sur les points apophysaires, mais la malade s'y refuse, à cause de la nécessité où elle est de s'appuyer sur le dos, ne pouvant s'appuyer sur aucun des deux côtés sans augmenter sa souffrance. J'applique donc un vésicatoire en ruban le long de l'espace intercostal; la douleur a beaucoup diminué le soir, au moment où le vésicatoire est levé; il est saupoudré de morphine deux fois par jour, et trois jours après toute souffrance a complètement disparu.

Je ferai remarquer la coïncidence de la fièvre intermittente avec la localisation de la névralgie à gauche, parce que Piorry admet que la névralgie intercostale, quand elle est à gauche, engendre presque toujours une fièvre d'accès (1); pour ma part, c'est la troisième névralgie gauche, accompagnée de fièvre intermittente, que j'observe; mais il ne faut pas oublier que c'est dans une localité paludéenne que je les ai observées; en dehors de ces conditions, je crois que la loi approximative de Piorry n'a pas été confirmée.

Obs. VI. — Migraine du côté gauche. — Point apophysaire à la première dorsale.

Mme B..., âgée de trente-quatre ans, d'un tempérament lymphatico-nerveux, est sujette, depuis l'âge de vingt-deux ans, à des accès de migraine qui se reproduisent environ tous les deux ou trois mois. La douleur, bien que généralisée dans tout le côté gauche du cuir chevelu, présente le caractère nettement névralgique; elle est lancinante et d'une telle violence, qu'elle arrache des cris à la malade. Elle jouit d'ailleurs, en dehors des accès, d'une excellente santé.

La maladie avait, jusqu'à ce jour, résisté à tous les traitements, y compris le bromure de potassium, l'arsenic et le sulfate de quinine.

Le 30 janvier 1869, elle me fait appeler pour un accès qui diffère des accès précédents en ce que, pour la première fois, la face de la malade est d'une pâleur telle que son mari en est effrayé. L'œil du côté malade ne participe pas à cette pâleur; il est, au contraire, larmoyant, et la conjonctive est fortement congestionnée; la pupille est rétrécie. Comme dans presque toutes les atteintes précédentes, l'accès a débuté par un vomissement de matières glaireuses. Il y a de la photophobie. Elle éprouve, en outre, une douleur sourde mais continue dans la partie dorsale de la colonne vertébrale. J'explore les vertèbres, en exerçant une pression sur chaque apophyse épineuse, à partir de la première cervicale; arrivée à la première dorsale, la pression produit une douleur très vive, suivie des deux phénomènes suivants :

1° *Une augmentation d'intensité de la douleur hémicrânienne;*

2° *Diminution progressive de la pâleur de la face qui reprend, au bout de cinq ou six minutes, sa coloration normale, à l'exception de l'œil, dont le gonflement persiste et dont la conjonctive reste toujours fortement injectée.*

(1) Voir un article de Legendre, dans la *Gazette des hôpitaux*, 1849, p. 328.

Je cesse d'exercer la pression sur l'apophyse épineuse, et peu à peu, au bout de dix minutes, la face redevient pâle. Toutes les autres apophyses épineuses sont insensibles. Le pouls est normal, bat 65 fois, et la température de la peau est normale.

Vers le soir, l'accès diminue notablement de violence, et je profite de la rémission pour donner 2 grammes de sulfate de quinine, parce que nous sommes dans une contrée paludéenne et que la malade a toujours constaté une intermittence bien marquée dans les accès précédents. L'accès revient le lendemain matin, mais avec une intensité beaucoup moindre. Le soir, la malade prend 50 centigrammes de sulfate de quinine.

Le lendemain matin, troisième jour après ma première visite, la douleur a cessé; je continue l'emploi des fébrifuges, mais à petites doses et en substituant au sulfate de quinine un opiat composé de poudre de quinquina, de miel et de sirop de fleurs de pêcher. C'est la préparation de quinquina qui m'a le mieux réussi pour empêcher le retour des fièvres paludéennes, après que les accès ont été coupés par le sulfate de quinine.

La migraine ne revint chez cette dame que huit mois après; c'était, de beaucoup, le plus long intervalle, qui eût été observé chez elle entre deux accès. Dans ce nouvel accès, les points apophysaires étant plus marqués et la douleur occupant non plus seulement la première, mais les quatre premières vertèbres dorsales, je voulus combiner, avec l'emploi du sulfate de quinine, l'application d'un vésicatoire sur la colonne vertébrale; mais, à mon grand regret, la malade ne voulut pas y consentir.

Au bout de deux jours, ce nouvel accès céda au sulfate de quinine; mais j'ai appris que, depuis cette époque, les accès étaient redevenus aussi rapprochés qu'autrefois. Le succès obtenu dans les autres névralgies par cette application d'un révulsif sur la colonne vertébrale m'autorise à penser qu'il n'en aurait pas été ainsi, si la malade eût consenti à cette application.

Remarques sur cette observation. — Ce n'est pas le premier exemple de douleur apophysaire observé dans la migraine. Le Dr Jaccoud (1) cite un cas de migraine observé par du Bois-Reymond et Schacht, et dont du Bois-Reymond lui-même est le sujet, dans lequel les apophyses épineuses des deux premières vertèbres cervicales étaient douloureuses à la pression.

Malheureusement, M. Jaccoud ne dit pas si la douleur provoquée par la pression sur les apophyses épineuses était suivie, comme dans le cas précédent, d'une exaltation de la névralgie hémicrânienne.

Du Bois-Reymond, s'appuyant sur ce cas de migraine qui lui est personnel et sur plusieurs autres qu'il a observés attentivement,

(1) Jaccoud, *Pathologie interne*, t. I, p. 453.

considère l'hémicrânie comme une névralgie ayant son siége dans le grand sympathique cervical. Dans cette observation, en effet, presque tous les symptômes semblent concorder avec l'hypothèse d'une exagération de l'excitabilité de ce nerf : rétraction des vaisseaux, pâleur du visage, dilatation de la pupille et *retrait de l'œil du côté malade.* C'est une sorte de répétition pathologique de la célèbre expérience de Claude Bernard.

Mais, dans mon observation, l'œil est, au contraire, gonflé et congestionné, en sorte que les phénomènes pathologiques présentés par l'œil ne concordent pas avec ceux que présente la face. Aussi, me semble-t-il qu'au lieu de placer le point d'origine de la névralgie hémicrânienne dans le sympathique cervical, il serait plus rationnel de le placer dans la moelle épinière elle-même. Cette hypothèse me paraît d'autant plus légitime que, dans l'observation de du Bois-Reymond comme dans la mienne, l'existence des points apophysaires indique que la moelle participe à la maladie; que, dans l'observation précédente, la provocation de la douleur apophysaire produisait une exaltation de la douleur hémicrânienne, et, enfin, que ces points douloureux correspondent précisément à la région cilio-spinale de la moelle (1); mais ce qui vient surtout à l'appui de cette localisation, c'est que le défaut de correspondance entre les phénomènes vaso-moteurs de l'œil et ceux de la face ne peut s'expliquer, en aucune façon, par l'action isolée du grand sympathique, tandis que si le point de départ est dans la moelle, ce défaut de concordance trouve son explication dans les expériences de Claude Bernard qui tendent à faire admettre deux ordres de nerfs vaso-moteurs antagonistes : les *vaso-moteurs dilatateurs,* qui partent directement de la moelle, et les vaso-moteurs *constricteurs*, qui dépendent du sympathique (2). Dans cette hypothèse, en effet, on comprend très bien comment les constricteurs vasculaires d'une région déterminée, la face par exemple, peuvent être excités, à leur point d'origine dans la moelle, ce qui produit l'anémie locale et la pâleur, tandis que pour la région voisine, l'œil par exemple, ce sont les nerfs dilatateurs qui sont excités dans leur centre médullaire, ce qui produit la congestion locale et la rougeur. Il suffirait, pour expliquer la diversité des phénomènes vaso-moteurs dans les différents cas, d'admettre que la moelle est excitée en deux points différents (3).

(1) C'est-à-dire à l'origine, dans la moelle, des nerfs vaso-moteurs de la tête. Cette région s'étend de la cinquième vertèbre cervicale à la sixième dorsale.

(2) Voir le dernier cours de Cl. Bernard, au Collége de France : *Revue scientifique,* 1872, p. 1230, 1236, 1252 et suivantes.

(3) Le point de départ de la théorie des vaso-moteurs antagonistes est l'expérience sur la glande sous-maxillaire que Cl. Bernard a si souvent reproduite dans ses cours. La glande

Obs. VII. — 30 juillet 1869 : *Névralgie cervico-brachiale droite.* — Périodicité très marquée, type tierce. — Points apophysaires aux cinquième et sixième cervicales. — Guérison par le sulfate de quinine.

Obs. VIII. — 19 août 1868 : *Névralgie lombo-abdominale droite.* — Points apophysaires au niveau des troisième et quatrième vertèbres lombaires. — Guérison à la suite de l'application de deux vésicatoires morphinés.

Obs. IX. — 20 décembre 1868 : *Névralgie sciatique droite.* — Points apophysaires correspondant aux apophyses épineuses des deux premières vertèbres sacrées. — Traitement à bâtons rompus par la faute du malade. — La maladie passe à l'état chronique.

Obs. X. — 13 février 1869 : *Névralgie sciatique double.* — Points apophysaires aux trois dernières vertèbres lombaires et aux deux premières vertèbres sacrées. — Emploi simultané d'un vésicatoire appliqué sur la colonne vertébrale au niveau des vertèbres lombaires et des capsules de térébenthine. — Diminution de la douleur. — Guérison après un mois de traitement.

Obs, XI. — 4 février 1869 : *Névralgie sciatique droite.* — Points apophysaires au niveau des deuxième et troisième vertèbres lombaires. — Guérison à la suite de l'application de pommade stibiée sur le rachis, au niveau des quatre premières vertèbres lombaires.

Obs. XII (1). — Septembre 1872 : *Névralgie intercostale gauche et névralgie trifaciale droite.* — Trois points apophysaires.

Mme X..., dix-neuf ans. Il y a trois ans, début de la névralgie intercostale gauche, s'accompagnant de diminution du bruit respiratoire, à l'auscultation, la malade cherchant le moins possible à augmenter la capacité de sa poitrine de ce côté ; en outre, douleur entre les deux épaules et au niveau du sternum, amaigrissement considérable, chloro-anémie.

Traitement : vésicatoires, application de chloroforme (pas d'amélioration). Un traitement général : fer, quinquina, arsenic, améliore cet état, sans faire toutefois disparaître complètement la névralgie intercostale. Mariage il y a dix mois ; quatre mois après le mariage, la névralgie, qui n'était qu'*engourdie*, se réveille et augmente chaque jour d'intensité. La malade revient me consulter le 18 septembre. Je constate : névralgie intercostale *gauche* avec points de Valleix, latéral et postérieur (gouttière vertébrale au niveau de la huitième vertèbre dorsale), pas de point antérieur ; en outre, névralgie trifaciale à *droite,* avec exacerbation tous les soirs vers cinq heures (point douloureux sus et sous-orbitaire). Je cherche les points apophysaires et j'en rencontre trois très manifestes :

1er au niveau de la 7e cervicale.
2e — 4e dorsale.
3e — 8e dorsale.

Des palpitations de cœur succèdent aux exacerbations de la névralgie intercostale et fatiguent beaucoup la malade.

sous-maxillaire reçoit deux ordres de filets vaso-moteurs : ceux qui dépendent du sympathique et ceux qui viennent de la corde du tympan. Excitez les filets du sympathique, les vaisseaux se resserreront et la sécrétion salivaire diminuera; excitez, au contraire, la corde du tympan, les vaisseaux de la glande se dilateront et la sécrétion salivaire augmentera.

(1) Cette observation m'est communiquée par le Dr Douaud, de Bordeaux.

Pas de lésions organiques, ni du cœur, ni du poumon.

Un peu de chloro-anémie, inappétence. Prescription : Toniques, quinquina, fer, applications de chloroforme au niveau des points apophysaires, me réservant d'en arriver aux vésicatoires et aux pointes de feu.

Je joins aux observations précédentes quatre observations anciennes, que je trouve dans la *Gazette médicale* de Paris.

Obs. XIII (1) (Griffin). — *Céphalalgie frontale et surdité* augmentant par la pression sur les vertèbres cervicales. — Guérison par les purgatifs et les vésicatoires.

J. O'Brien, âgé de quatorze ans, dit éprouver depuis un an une douleur très vive au front et dans toutes les parties supérieures de la tête, accompagnée de surdité. La pression sur la première et la seconde vertèbre cervicale détermine une violente douleur au sommet de la tête. Il guérit par l'emploi des purgatifs et par l'application d'un vésicatoire à la nuque.

Obs. XIV (2). — Douleurs aiguës dans les deux mâchoires et les joues, augmentant par la pression sur les premières vertèbres cervicales.

E. V..., âgé de quatorze ans, se plaint d'une douleur qui occupe les deux mâchoires, toutes les dents et la joue du côté droit. Cette douleur semble partir de l'angle de la mâchoire, immédiatement au-dessous de l'oreille, et s'étend jusque sur le col et jusqu'à la clavicule. La pression sur les premières vertèbres cervicales détermine des douleurs lancinantes qui pénètrent dans toutes les dents.

Obs. XV (3). — Douleurs qui suivent la distribution des branches de la cinquième paire, augmentant par la pression sur les vertèbres cervicales.

Anne Dary, âgée de trente ans, dit éprouver fréquemment une céphalalgie avec sensibilité de tout le cuir chevelu et des douleurs très aiguës qui suivent la division des divers rameaux de la cinquième paire à la face. Ces douleurs s'étendent au col et jusqu'au bras gauche, et l'empêchent de travailler. La pression sur toutes les vertèbres cervicales détermine les mêmes douleurs et dans les mêmes points que nous venons d'indiquer.

Obs. XVI (4). — Chlorose, douleurs dans l'estomac et le ventre augmentant par la pression sur les vertèbres lombaires avec besoin immédiat d'uriner. — Guérison par les vésicatoires appliqués sur le sacrum, et le carbonate de fer.

Une jeune dame, qui avait toujours joui d'une bonne santé, devint tout à coup très délicate; elle se plaignit fréquemment de violentes douleurs dans l'estomac et le ventre. Elle avait perdu l'appétit et la fraîcheur; ses joues s'étaient creusées; sa peau avait pris une couleur chlo-

(1) *Gazette médicale de Paris*, 1835, p. 274.
(2) *Ibidem*, p. 274.
(3) *Ibidem*, p. 275.
(4) *Ibidem*, p. 277.

rotique prononcée. Comme on ne put trouver aucun signe d'une affection du foie, de l'estomac ou de l'utérus, on examina le rachis et l'on trouva une sensibilité extrême dans toute l'étendue du sacrum, mais à laquelle elle n'avait fait aucune attention, ne pensant pas qu'elle eût aucun rapport avec son état de souffrance. Cette sensibilité existait à un degré plus ou moins fort depuis plus de deux ans; elle avait beaucoup augmenté depuis quelque temps et était presque insupportable lorsque la malade allait en voiture. Ce que ce cas offrait de plus remarquable, c'est que la plus légère pression sur la partie douloureuse déterminait immédiatement le besoin d'uriner. Elle se plaignait encore quelquefois de douleurs et d'un sentiment d'engourdissement dans les extrémités inférieures. *Toutes les souffrances de cette dame furent complètement dissipées en cinq ou six semaines, par l'application de sangsues et de vésicatoires au sacrum.* A l'intérieur, elle prit de fortes doses de carbonate de fer et quelques apéritifs.

II.

De l'irritation spinale.

L'affection qui a été désignée sous le nom d'*irritation spinale,* est caractérisée par la réunion des symptômes suivants : douleur perçue le long de la colonne vertébrale, provoquée surtout par la pression sur les apophyses épineuses, présentant des irradiations très variées, et accompagnée de troubles fonctionnels multiples et, entre autres, de congestions locales dans les différentes parties du corps, et presque constamment de perte de forces et d'amaigrissement.

Comme je l'ai dit plus haut, à l'exception d'Ollivier (1) d'Angers et du professeur Axenfeld (2), les pathologistes français ne tiennent aucun compte de cette affection; cette exclusion semble indiquer qu'ils n'ont pas attentivement examiné les observations nombreuses sur lesquelles s'appuient les auteurs qui l'admettent. Valleix qui, seul, se donne la peine de la discuter, conclut à sa non-existence comme espèce morbide distincte, par des motifs très superficiellement soutenus. Il faut bien reconnaître que certains médecins ont donné à cette affection une extension si exagérée, en voulant y rapporter presque toujours les maladies, que l'on comprend la réaction qui s'est produite en sens contraire; mais il n'en est pas moins certain que, s'ils avaient examiné avec soin les observations qui ont été publiées, ils auraient vu qu'il y avait un triage à faire parmi elles et ils n'auraient pu s'empêcher de constater qu'il existe, dans la plupart de ces faits, deux *caractères communs* qui ne permettent pas d'éliminer l'*irritation spinale*.

(1) Ollivier d'Angers, *Traité des maladies de la moelle épinière,* 3e édition, 1837, t. II.
(2) Axenfeld, *des Névroses,* p. 284 et suivantes.

Le premier caractère commun à toutes ces observations est une douleur vive produite sur une ou plusieurs apophyses épineuses des vertèbres, et, dans la grande majorité des cas, cette douleur locale, provoquée par la pression, est suivie d'irradiations douloureuses ayant le caractère névralgique dans différents nerfs, soit de la vie de relation, soit de la vie de nutrition. Très fréquemment, il existe de véritables névralgies dont l'intensité est momentanément accrue par la provocation de la douleur apophysaire. Très fréquemment, il se produit, dans diverses régions du corps, des congestions locales de la peau et des muqueuses, quelquefois des vertiges, des palpitations du cœur, etc.

Un deuxième caractère commun, qui rend tout d'abord évidente la dépendance pathogénique entre l'état morbide de la moelle, quel qu'il soit, et les symptômes concomitants, c'est le succès presque constant du traitement local appliqué sur la colonne vertébrale, résultat qui, dans ce cas, présente toute la valeur d'un fait expérimental simple. Dans un très grand nombre de ces cas, en effet, l'application de sangsues ou de révulsifs sur les apophyses épineuses douloureuses a fait disparaître ou diminuer simultanément, et la douleur spinale, et les irradiations périphériques, et les congestions de la peau ou des viscères, et tout le cortége des phénomènes secondaires.

Mais, indépendamment de l'action si démonstrative du traitement, les phénomènes morbides secondaires dont je viens de parler se présentent ordinairement dans des rapports de succession tels, avec les deux symptômes principaux, qu'il est impossible de ne pas reconnaître une origine commune à ces accidents si variés.

En effet, lorsque des troubles sécrétoires et des congestions locales, soit de la peau, soit des muqueuses, soit des viscères, accompagnent les deux symptômes dominants, on les voit rester parallèles à ceux-ci, se produire et céder en même temps sous les mêmes influences, imiter leur mode d'invasion, de terminaison, de récidive, présenter comme eux une intermittence des plus tranchées (1).

Aussi, j'adopte complètement la conclusion de M. Axenfeld : « Sans doute, dit-il, les matériaux recueillis jusqu'à ce jour sont incomplets à plusieurs égards; mais tels qu'ils sont, il est incontestable qu'ils suffisent largement pour faire admettre l'existence de l'espèce pathologique dont nous présentons ici la description, »

Ne pouvant transcrire ici toutes les observations dont j'indique plus haut la source, je me borne à en citer deux qui sont propres à

(1) Voir Axenfeld, *loc. cit.*, p. 294.

montrer avec quelle rapidité la guérison survient après le traitement local, et combien facilement la multiplicité et la complexité des symptômes peuvent masquer la maladie.

Observation (1). — Dans un cas d'irritation spinale que j'ai observé dit Ollivier, le désordre des mouvements du cœur, l'étendue et la force de ses battements, la suffocation imminente que déterminaient les moindres mouvements et le coucher horizontal, avaient fait considérer la maladie comme une hypertrophie du cœur dont les progrès rapides devaient faire craindre une mort certaine. Depuis un an, le malade était à la diète lactée; on avait pratiqué un grand nombre de saignées qui causaient toujours un soulagement momentané; mais bientôt tous les accidents reparaissaient. Le malade était dans un état de faiblesse extrême, ou, s'il s'assoupissait, il était réveillé en sursaut par un étouffement et une sensation de déchirement dans la région du cœur, avec redoublement des palpitations. Ce fut alors que M. B... vint me consulter.

Après l'avoir laissé reposer quelques instants, j'explorai successivement la poitrine et le rachis, et je développai par la pression une vive douleur dans la moitié supérieure de la région dorsale. *Cette douleur, que le malade n'avait pas même soupçonnée jusque-là, fut en même temps accompagnée d'un accès de suffocation et d'une douleur sous-sternale excessivement aiguë.* Après avoir constaté à plusieurs reprises cet effet de la pression exercée sur le rachis, je conseillai le jour même une application de douze sangsues sur le siége de la douleur; elle fut faite immédiatement. Le sang coula abondamment, et, pour la première fois depuis neuf mois, le malade eut un sommeil calme pendant toute la nuit. Un soulagement aussi rapide, et que j'étais loin d'espérer, attendu l'ancienneté de la maladie, me fit conseiller une deuxième application de sangsues le lendemain; une troisième fut faite le cinquième jour; depuis lors, tous les accidents ont disparu, et aujourd'hui M. B... jouit d'une santé parfaite.

Observation (2). — Le 27 février je visitai un nègre qui appartenait à M. C..., âgé de trente ans, d'une bonne constitution, et qui avait joui jusqu'à ce moment d'une bonne santé. Les symptômes étaient de la céphalalgie, une violente douleur dans le côté droit de la poitrine, le col et les extrémités supérieures et un malaise général dans les extrémités inférieures; le pouls était plein et lent, la peau chaude et sèche, la langue humide et chargée, la respiration accélérée. Il n'y avait pas d'appétit, mais une toux sèche et fatigante. Pensant que c'était une pleurésie commençante, je le saignai; ce qui diminua la douleur de tête, mais non celle du côté.

Le 28, la nuit a été mauvaise; légère céphalalgie et douleurs dans le côté et les extrémités; pouls normal. *J'examine le rachis, et en le comprimant dans toute sa longueur, je trouve deux points où la pression est*

(1) Ollivier, *Maladies de la moelle épinière*, t. II, 3e édition, p. 215.
(2) Dr Malone, *Gazette médicale de Paris*, 1836, p. 279.

douloureuse, l'un situé dans la région cervicale, où la pression augmente la douleur de côté, et l'autre dans la région lombaire. Aussitôt deux vésicatoires sont appliqués sur ces points; dès le même soir, le malade était déjà très soulagé, et le lendemain il pouvait reprendre ses occupations habituelles.

REMARQUES SUR L'INTERPRÉTATION DES SYMPTÔMES.

Quel est le siége réel du phénomène principal et le plus constant : la douleur rachidienne?

D'après le professeur Axenfeld, cette douleur ne serait autre chose qu'une hyperesthésie cutanée, une véritable dermalgie, correspondant exactement avec la ligne des apophyses épineuses. Ce qui, d'après lui, éloigne l'idée de l'attribuer à un élément mécanique des vertèbres et de la moelle, c'est la possibilité de la provoquer par un attouchement léger, par le simple pincement de la peau.

Il me semble impossible d'accepter entièrement cette interprétation. Je ferai remarquer d'abord que, dans aucun des cas de névralgies avec points apophysaires que j'ai observés, je n'ai rencontré cette douleur cutanée provoquée par un léger attouchement; c'était toujours en exerçant une pression d'une certaine force que je provoquais la douleur que le malade désignait toujours comme une douleur profonde et contusive.

Du reste, dans tous les cas observés, dans ceux auxquels M. Axenfeld fait allusion, aussi bien que dans ceux qui me sont propres, les irradiations douloureuses qui se produisent à la périphérie le long du trajet ou à l'extrémité des nerfs correspondants, sont bien évidemment la conséquence de l'ébranlement mécanique de la moelle consécutif à la pression ; ce sont des manifestations périphériques de l'état morbide de la moelle, comme le reconnaît M. Axenfeld. Or, si cet ébranlement est suffisant pour produire un retentissement douloureux dans les nerfs qui partent de la moelle, comment ce même ébranlement ne serait-il pas suffisant pour produire une impression douloureuse dans la moelle elle-même?

La substance grise de la moelle étant, à l'état normal, insensible à l'action des excitations dolorifères, et bien qu'on puisse admettre qu'un tissu insensible à l'état normal puisse devenir sensible à l'état pathologique, il est peut-être plus simple de rattacher la douleur médullaire, non aux cellules de la substance grise, mais aux racines intra-médullaires des nerfs sensitifs correspondants. On pourrait, d'ailleurs, concevoir d'autant plus facilement la sensibilité spéciale des filets nerveux qui constituent la substance blanche de la moelle, qu'ils sont dépourvus de cette enveloppe particulière qui les entoure

dès qu'ils émergent de la moelle, et que Ch. Robin a décrite sous le nom de *périnèvre*.

Quoi qu'il en soit, il me paraît probable qu'il y a, dans l'*irritation spinale*, deux espèces distinctes de douleurs spinales :

La *première*, tantôt spontanée, tantôt se manifestant seulement à la suite d'une pression, est profonde et a pour siége la moelle épinière.

La *seconde*, superficielle, déterminée par le moindre attouchement, est une simple dermalgie dont la localisation précise le long des apophyses épineuses est d'ailleurs fort difficile à expliquer.

J'ai déjà fait remarquer plus haut que la marche parallèle et le développement successif des différents symptômes secondaires, par rapport aux deux symptômes dominants, ne permettaient pas de douter de la subordination de tous ces phénomènes à l'état morbide de la moelle; mais ce n'est pas tout : la physiologie permet parfaitement d'expliquer cette subordination et souvent même le mode d'enchaînement des phénomènes entre eux.

Quelque multiples et variés qu'ils soient, ces phénomènes se réduisent à quatre groupes principaux :

1° Hyperesthésies : soit des nerfs de la vie de relation, soit des nerfs viscéraux;

2° Congestions locales;

3° Hypersécrétions : sueurs abondantes, flux diarrhéiques ou leucorrhéiques;

4° Palpitations, dyspnée, vertiges.

Les *hyperesthésies* sont la conséquence directe de l'exaltation des propriétés de la moelle.

Les *congestions* s'expliquent par les propriétés vaso-motrices de la moelle, qui est le lieu d'origine des filets du grand sympathique.

Les *hypersécrétions* s'expliquent aussi par l'origine des nerfs sécréteurs dans la moelle, que ces nerfs ne soient autres que les vaso-moteurs ou qu'ils en soient distincts.

Les *palpitations*, la *dyspnée*, s'expliquent par l'influence bien connue que le pneumogastrique et le grand sympathique exercent sur les mouvements du cœur et sur les mouvements respiratoires.

Le *vertige*, enfin, peut aussi être expliqué par des troubles vasculaires du cerveau, dont les nerfs vaso-moteurs ont encore leur origine dans la moelle.

En somme, il n'est point douteux que le groupe de symptômes qu'on a décrits sous le nom d'*irritation spinale*, ne soit suffisamment homogène dans sa constitution propre; qu'il ne soit formé par des phénomènes qui présentent entre eux des rapports de dépendance et

de subordination rendus suffisamment évidents par l'observation clinique et par l'interprétation physiologique.

Telle est aussi l'opinion de M. Axenfeld. Mais, ce premier point acquis, il reste encore à décider, pour que ce groupe de symptômes puisse constituer une espèce morbide particulière, « si cet ensemble complexe de phénomènes est, sur ses limites, suffisamment distinct des groupes symptomatiques voisins. »

C'est ici le lieu d'examiner les principales objections qui ont été présentées contre l'existence distincte de cette affection.

Discussion des objections.

Pour les uns, l'*irritation spinale* se confondrait avec certaines névroses générales, avec l'*hystérie* principalement. Pour les autres, tels que Valleix et les auteurs du *Compendium de médecine*, elle se confondrait avec la *névralgie intercostale*.

M. Axenfeld n'a pas de peine à montrer que cette identification, que l'on cherche à établir entre des affections diverses, est le résultat d'idées préconçues et non d'un travail sérieux de comparaison, et il conclut justement que « l'irritation spinale est *plus* que telle ou telle névralgie; elle est *moins* ou est *autre* que telle névrose générale.

» Maintenant, que cette affection puisse être observée, à titre d'élément constituant ou de complication dans plusieurs névroses générales, quel argument prétendrait-on en tirer contre son individualité? Comment s'en suivrait-il qu'il fallût dédaigner l'étude d'une manifestation pathologique féconde en désordres secondaires? Parce qu'on aura reconnu que la névralgie intercostale, par exemple, ou la migraine, est fréquente dans la névropathie chlorotique, faudra-t-il donc négliger de faire la description de ces névralgies, pour les englober confusément dans cette même névropathie? Une pareille méthode ne tendrait à rien moins qu'à bannir l'analyse d'une partie de la pathologie, qui l'exige plus impérieusement que toute autre. Aussi, loin de s'ingénier à prouver qu'il y a, dans l'irritation spinale, de la névralgie intercostale, et qu'il y a de l'irritation spinale chez les hystériques, on ferait une œuvre utile et véritablement médicale, en dégageant, par des observations multipliées, ce qui appartient strictement en propre à l'irritation spinale, de tout ce que les états morbides concomitants, antérieurs ou secondaires, y mêlent d'éléments étrangers. »

L'ensemble de cette conclusion me paraît irréfutable; mais il me semble, d'une part, que M. Axenfeld n'a pas suffisamment fait valoir tous les arguments qui s'opposent à l'identification de l'irritation spinale avec l'hystérie; et, d'autre part, la prise en considération du

point apophysaire des névralgies, observé par Trousseau et par moi, et dont M. Axenfeld ne tient aucun compte, modifie notablement l'interprétation des rapports qni existent entre l'irritation spinale et les névralgies.

A. *Irritation spinale et hystérie.* — Dans l'hystérie, on rencontre souvent un certain nombre de symptômes qui lui sont communs avec l'irritation spinale : « douleur rachidienne, retentissements douloureux, multipliés, vagues et mobiles, troubles fonctionnels infiniment variés, » troubles vaso-moteurs; mais, observe M. Axenfeld, la douleur rachidienne de l'hystérie occupe habituellement la gouttière vertébrale gauche, tandis que celle de l'irritation spinale siége au sommet des apophyses épineuses. Cela est vrai, en effet, pour un grand nombre de cas d'hystérie; mais, dans beaucoup d'autres, la douleur rachidienne de l'hystérie siége également au sommet des apophyses épineuses. En effet, Briquet, dans son *Traité de l'hystérie*, affirme que, dans la majorité des cas d'hystérie, il a constaté simultanément deux espèces de douleurs dorsales bien distinctes; l'une siégeant au niveau des apophyses épineuses des vertèbres, et l'autre siégeant dans la gouttière vertébrale et correspondant au point dorsal de la névralgie intercostale. Et il ajoute qu'assez souvent il a constaté que la provocation de la douleur apophysaire par la pression produisait des irradiations douloureuses dans différentes régions du corps, névralgies, viscéralgies, palpitations, etc.

Il serait donc bien difficile de ne pas confondre ces deux affections, si on ne les comparait, comme le fait M. Axenfeld, qu'au point de vue de la douleur rachidienne. Mais si l'on étend plus loin la comparaison, il est facile d'établir une distinction bien tranchée.

L'hystérie, en effet, est une névrose *cérébro-spinale,* et des troubles psychiques accompagnent constamment les troubles des fonctions de la moelle. Dans l'irritation spinale, au contraire, l'intégrité des facultés morales et intellectuelles est constante. Bien plus, en ne considérant même que les troubles spinaux, la distinction entre les deux affections est des plus nettes. En effet, même dans la forme la plus légère de l'hystérie, dans celle que l'on peut considérer comme le premier degré de cette affection, la maladie est constamment accompagnée de *troubles de la motilité* dans les nerfs de la vie de relation et les muscles, ce qui n'a jamais lieu dans l'irritation spinale, où les troubles nerveux sont bornés aux phénomènes sensitifs et vaso-moteurs.

B. *Irritation spinale et névralgies.* — M. Axenfeld constate l'analogie fondamentale qui existe entre l'irritation spinale et les névralgies,

mais il se refuse à les identifier, et le principal caractère distinctif qui les sépare, c'est, d'après lui, l'examen d'un point apophysaire prédominant dans la première, et son absence dans les secondes.

Mais cette distinction cesse du moment qu'il est constaté que, dans un grand nombre de névralgies, il existe un point douloureux localisé au sommet des apophyses épineuses, et si l'on considère que des congestions locales et des troubles de circulation et de sécrétions de toute nature accompagnent fréquemment les névralgies.

Il devient alors difficile de ne pas admettre que la névralgie avec point apophysaire et l'irritation spinale, telle qu'elle a été décrite jusqu'à présent, ne sont que des degrés différents d'un même état morbide; on aperçoit alors, entre la névralgie localisée dans une seule branche nerveuse et l'irritation spinale avec névralgies multiples, une série d'échelons qui conduisent de l'une à l'autre et servent de transition, et il devient probable que l'affection décrite par Valleix, sous le nom de *névralgie générale,* n'est pas autre chose que le retentissement et l'extension vers la périphérie nerveuse de l'état morbide de la moelle, qui constitue l'irritation spinale.

Il est vrai que Valleix, dans sa description de la névralgie générale, ne fait aucune mention de la douleur spinale; mais ce point douloureux, dans un grand nombre de cas, ne se manifeste pas spontanément, il faut le provoquer par la pression des apophyses épineuses. Or, Valleix ne s'est jamais occupé de la rechercher, puisqu'il n'en signale l'existence ni dans la névralgie générale, ni dans aucun cas de névralgie quelconque, pas même dans la névralgie intercostale, que pourtant il confond avec l'irritation spinale.

Pour Valleix (1), en effet, comme je l'ai dit plus haut, tous les groupes de faits décrits sous le nom d'irritation spinale ne sont autre chose que des névralgies intercostales. Il y a là une double méprise. En effet, si la névralgie intercostale est uniquement constituée symptomatiquement par les trois points douloureux qu'il décrit, et dont le point postérieur ou dorsal siége exclusivement *dans la gouttière vertébrale,* c'est aller au delà de l'observation que de l'identifier avec une affection dont le caractère principal, constant, est une douleur localisée non pas dans la gouttière vertébrale, mais sur le sommet des apophyses épineuses, et dont les irradiations névralgiques se manifestent tout aussi souvent dans les nerfs de la tête et des membres que dans les nerfs intercostaux. Il n'y a donc pas identité entre la névralgie intercostale, telle que la décrit Valleix, et l'irritation spinale.

(1) Valleix, *Traité des névralgies,* p. 337 et suivantes.

Mais, d'un autre côté, et c'est ici la seconde erreur de Valleix, la symptomatologie de la névralgie intercostale n'est pas toujours limitée aux trois points qu'il décrit, et dans un assez grand nombre de cas, comme le prouvent les faits de Trousseau et les miens, il existe un quatrième point, qui est le point apophysaire. Mais alors, ce n'est plus l'irritation spinale qui se confond, comme le voulait Valleix, avec la névralgie intercostale, c'est au contraire la névralgie intercostale qui, comme toutes les névralgies avec point apophysaire, devient une des nombreuses manifestations de l'état morbide de la moelle.

Une remarque qui vient à l'appui de cette manière d'envisager les névralgies, c'est que, en dehors des considérations qui précédent, et dont les pathologistes ne se sont nullement préoccupés jusqu'à présent, les auteurs qui ont étudié la pathogénie des névralgies, tendent de plus en plus à en localiser l'origine dans la moelle épinière.

Anstie (1), par exemple, professe que, dans les névralgies, le siége des phénomènes irritatifs qui provoquent la douleur est situé au niveau des filets d'origine des nerfs cérébro-rachidiens, soit dans la moelle, soit dans le bulbe.

Voici les principaux arguments qu'il fait valoir à l'appui de son opinion (2) :

1° A la suite du plus grand nombre des résections nerveuses pratiquées pour guérir des névralgies, on a vu le mal reparaître avec la même violence ; il ne siégeait donc pas dans les rameaux périphériques.

2° Dans les névralgies, on voit se produire des troubles trophiques, des paralysies vaso-motrices, des convulsions et des spasmes des muscles, des paralysies musculaires, des anesthésies, soit dans le territoire innervé par le nerf atteint, soit à une plus ou moins grande distance. Or, la production de tous ces phénomènes s'explique bien mieux, en admettant que le siége de la névralgie est central, et que l'excitation morbide se propage de proche en proche du noyau d'origine du nerf malade aux noyaux d'origine des nerfs qui sont dans son voisinage immédiat.

Toutefois, bien que ces arguments me semblent suffisants pour faire admettre l'origine centrale des névralgies, il en est un qui, ainsi qu'à M. Rigal, me paraît primer tous les autres, c'est celui qui

(1) Anstie, *Neuralgia and the disease that resembles it.* London, 1871.

(2) Voir la thèse d'agrégation du Dr Rigal, sur *les Causes et la Pathogénie des névralgies* chez J.-B. Baillière, 1872.

s'appuie sur l'influence de l'hérédité des maladies diathésiques et des altérations du sang sur la production des névralgies. Dans beaucoup de cas, ces maladies pevent être rangées parmi les grandes névroses héréditaires qui sont, de l'avis de tous, d'origine centrale ; et l'on conçoit mieux l'action des diathèses et des altérations du sang s'exerçant sur les origines des nerfs que sur un rameau périphérique.

« Le siége central (1) expliquerait beaucoup mieux l'extension, la mobilité, l'alternance des douleurs névralgiques ; dans la moelle et dans le bulbe, en effet, les filets d'origine des différents nerfs sont très voisins, et l'excitation peut facilement se transmettre des uns aux autres. »

Toutefois, il est impossible d'accepter l'opinion exclusive d'Anstie, qui affirme que *toutes les névralgies* sont d'origine centrale, et que dans toutes il existe une lésion de la racine sensitive des nerfs dans son trajet intra-spinal, et du noyau gris qui est en communication avec elle. Cette conclusion est trop précise et trop exclusive pour ne pas être exagérée ; d'ailleurs il existe un grand nombre de faits qui prouvent qu'une névralgie peut avoir son siége exclusif dans les nerfs périphériques, je veux parler des cas où il a suffi, pour guérir radicalement la névralgie, de pratiquer la résection du nerf malade.

Schuh (2) rapporte qu'il a pratiqué la résection du nerf sous-orbitaire pour une névralgie intense qui existait depuis quarante-un ans ; la guérison fut complète et radicale. L'examen microscopique du nerf réséqué fut pratiqué par le professeur Wedl, qui trouva une dégénérescence graisseuse et calcaire avancée des fibres nerveuses primitives. Le Dr Rigal cite d'autres exemples dans sa thèse.

Il existe donc, en réalité, des névralgies siégeant à la périphérie, et des névralgies dont le siége est dans la moelle ; et ce sont les dernières, seules, qui peuvent être rattachées à l'irritation spinale.

III.

Quelques considérations sur les névroses vaso-motrices, dans leurs rapports avec l'irritation spinale. — Fièvre intermittente. — Goître exophthalmique.

Parmi les principaux phénomènes morbides dont le groupement et l'enchaînement constituent l'*irritation spinale,* les congestions par-

(1) Rigal, *loco citato,* p. 58.

(2) Schuh, *Abhandlungen aus dem Gebiete der Chirurgie und Operationslehre;* Vienne, 1867.

tielles, localisées en des points plus ou moins limités, me semblent mériter une attention spéciale, parce qu'elles permettent de rapprocher de l'irritation spinale, et peut-être de rattacher à cette espèce morbide, comme constituant une forme particulière de la même maladie, quelques-unes des affections décrites, dans ces dernières années, sous le nom de *névroses vaso-motrices* (1).

Il résulte, en effet, de tout ce qui précède, et spécialement des observations consignées dans la première partie de ce travail, qu'à côté des névralgies d'origine périphérique, il existe des névralgies qui ont leur point de départ dans la moelle épinière, et dont la cause prochaine doit être cherchée dans une modalité pathologique de ce centre nerveux.

Or, n'y aurait-il pas lieu d'établir, pour les névroses vaso-motrices et sécrétoires, une division en deux catégories correspondantes : les névroses vaso-motrices périphériques ayant leur point de départ dans une lésion du grand sympathique, et les névroses vaso-motrices d'origine centrale, ayant leur point de départ dans la moelle elle-même?

Telle est la question qui s'est présentée tout naturellement à mon esprit, en examinant comparativement : d'une part, les phénomènes vaso-moteurs symptomatiques de l'irritation spinale, et, d'autre part, les névroses vaso-motrices décrites par Cahen, ainsi que plusieurs autres affections qui doivent vraisemblablement être rangées dans le même compartiment nosologique; telles sont la fièvre intermittente et ses formes larvées, et le goître exophthalmique ou maladie de Graves.

Les expériences physiologiques, aussi bien que les recherches anatomiques, ont démontré que le grand sympathique tire son origine de la moelle épinière, et que l'on peut produire des troubles vaso-moteurs identiques, en pratiquant des lésions soit sur le grand sympathique, soit sur la moelle. C'est ainsi que Budge et Waller, Brown-Séquard, Schiff, etc., ont démontré qu'en agissant sur une portion de la moelle située à la réunion de la région dorsale et de la région cervicale *(région cilio-spinale)*, on obtient les mêmes effets sur la pupille, sur les vaisseaux de l'œil et de l'oreille, qu'en agissant sur le filet sympathique dans le cou (2).

Schiff, poursuivant le même ordre de recherches, démontra ensuite que les nerfs vasculaires de la face et de l'œil ne sont pas les seuls

(1) *Archives générales de médecine,* 1863, numéros d'octobre, novembre et décembre. *Des Névroses vaso-motrices,* par le Dr Cahen, Mémoire couronné par l'Institut.

(2) Schiff, quatre communications faites à l'Académie des sciences de Paris, 1862, sur les *nerfs vaso-moteurs*.

qui prennent leur origine dans la moelle, mais que l'axe spinal est vraiment le centre d'origine de tous les nerfs vasculaires de l'organisme; il démontrait, en outre, que ces nerfs vaso-moteurs ne son pas seulement distribués dans les organes par les filets du sympathique, mais qu'ils sont fréquemment unis aux nerfs spinaux proprement dits : c'est ainsi, par exemple, que les nerfs vaso-moteurs des membres supérieurs sont contenus en plus grande partie dans le plexus brachial, et que ceux du membre inférieur viennent du plexus lombaire et du plexus sacré.

La conséquence de ces notions physiologiques, c'est que lorsqu'on se trouve en présence de troubles vaso-moteurs, de congestions passagères limitées à l'un des côtés de la face, par exemple, comme j'en citerai tout à l'heure un cas, ou de toute autre névrose vaso-motrice, on peut attribuer ces phénomènes soit à une lésion du grand sympathique, soit à une lésion ou à un trouble fonctionnel de la moelle.

Il en est de même des névroses sécrétoires ou hypercriniques, telles que les salivations idiopathiques dont Tanquerel des Planches cite quelques exemples, et qui, comme le prouvent très nettement les expériences de Cl. Bernard sur la glande salivaire sous-maxillaire, peuvent être déterminées expérimentalement, soit par l'excitation de la corde du tympan (nerf cérébro-spinal), soit par la paralysie du sympathique.

Toutefois, ces résultats de l'expérimentation physiologique ne font que rendre probable l'existence de ces deux catégories de névroses vaso-motrices et sécrétoires, mais ils ne suffisent pas à la rendre certaine. Il me reste donc à produire des observations cliniques dans lesquelles cette double origine des phénomènes vasculaires et hypercriniques soit suffisamment manifeste.

Je rappellerai tout d'abord que la symptomatologie de l'*irritation spinale*, telle que je l'ai décrite dans le chapitre précédent, nous montre l'existence de troubles vaso-moteurs dont l'origine est très vraisemblablement dans la moelle épinière. Telle est l'hypérémie oculaire. « Il n'est pas rare, dit M. Axenfeld, de voir chez les individus atteints d'irritation spinale une hypérémie oculaire s'établir très rapidement, persister plus ou moins longtemps, sans douleur, sans signe d'inflammation, malgré la rougeur intense à laquelle elle donne lieu, résister à tous les antiphlogistiques imaginables, puis disparaître aussi rapidement qu'elle était venue, ne laissant dans la membrane occupée aucune trace de son passage. »

Ici l'interprétation est facile et la détermination de l'origine médullaire des phénomènes congestifs s'impose à l'esprit, parce qu'ils coïncident avec d'autres symptômes spinaux. Mais dans les névroses

vaso-motrices proprement dites, c'est-à-dire dans celles qui ne présentent pour tous symptômes qu'une ou plusieurs hypérémies locales, les pathologistes ont généralement oublié ou négligé de tenir compte de l'influence possible de la moelle, et ont exclusivement rattaché ces phénomènes à une lésion du grand sympathique.

Je ne passerai pas en revue tous les faits qui ont été produits, car mon but n'est pas de distinguer, au milieu de toutes les observations publiées, toutes celles qui appartiennent à une lésion de la moelle, de celles qui résultent d'une lésion du sympathique; ce diagnostic différentiel et rétrospectif serait, dans la plupart des cas, impossible à cause de l'absence d'autopsie et de l'isolement d'un groupe unique de symptômes.

Je me propose donc uniquement de démontrer que si, pour la plupart des faits observés, la localisation est incertaine, il en existe néanmoins quelques-uns dont l'origine centrale ou périphérique peut être déterminée avec beaucoup de vraisemblance.

Ne voulant pas surcharger inutilement ce travail, je renvoie pour les *névroses vaso-motrices* dont le siége médullaire ou ganglionnaire ne peut être déterminé avec certitude, au Mémoire du docteur Cahen que j'ai déjà cité.

Je me bornerai à en citer une, parmi celles qui ne figurent pas dans son travail, et à donner l'indication des recueils où on pourra trouver les autres.

Un homme de trente-six ans fut subitement atteint, vers neuf heures du matin, d'une conjonctivite catarrhale paraissant très aigüe. Il y avait rougeur intense et gonflement de la conjonctive bulbaire et palpébrale, avec écoulement abondant de larmes, mélangées à des flocons muqueux. On ordonna un collyre à l'acétate de plomb. *Le lendemain, il n'y avait plus trace de l'affection, mais la conjonctivite revint aussi intense que la première fois,* le même jour, à deux heures de l'après-midi. Le médecin crut à une récidive et employa le même collyre, et l'affection disparut pour se reproduire le cinquième jour, de neuf à deux heures. On ordonna de petites doses de quinine. Le septième jour il y eut encore un accès moins intense et plus court. Après deux doses plus considérables, données le matin du neuvième jour, l'accès ne se reproduisit plus. D'ailleurs on n'observa aucune douleur névralgique (1).

(1) *Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie,* 1867, p. 140.

Voici l'indication des recueils où l'on trouvera d'autres exemples de *névroses vaso-motrices :*

FIÈVRE INTERMITTENTE CONSIDÉRÉE COMME NÉVROSE VASO-MOTRICE D'ORIGINE SPINALE.

Depuis les expériences de Cl. Bernard, de Brown-Séquard et de Schiff, résumées dans une des pages précédentes, la plupart des physiologistes expliquent les phénomènes successifs qui constituent l'*accès fébrile* par un mécanisme physiologique dans lequel l'action des nerfs vaso-moteurs joue le principal rôle.

Que le point de départ de ces phénomènes vasculaires et calorifiques consiste en une altération du sang, ou qu'ils soient dus à une cause quelconque qui amène l'excitation directe ou réflexe du sympathique ou de la moelle, le mécanisme fondamental n'en est pas moins ainsi déterminé : la cause pyrétogène, quelle qu'elle soit, agit sur les centres nerveux vaso-moteurs, d'où excitation des nerfs constricteurs des vaisseaux, ce qui amène le frisson, excitation bientôt suivie d'épuisement de ces mêmes nerfs, d'où dilatation des vaisseaux, suractivité de la circulation et de la nutrition intime des tissus, élévation de la température.

Cette interprétation physiologique de la série symptomatique de l'accès fébrile permet donc de ranger la fièvre parmi les névroses vaso-motrices.

La légitimité de cette assimilation se trouve corroborée par le rapprochement de trois états pathologiques qui offrent entre eux la plus grande analogie, et qui se rattachent l'un à l'autre par une filiation évidente; ces trois états pathologiques sont la fièvre intermittente simple, les fièvres larvées, névralgiques et congestives, et les fièvres pernicieuses accompagnées.

« La pathologie de la fièvre intermittente, dit Littré, forme un vaste ensemble où l'on aperçoit trois groupes principaux. Le premier est celui de la fièvre intermittente légitime, type du genre, auquel il faut nosologiquement rattacher tout le reste. Le deuxième comprend ce que l'on désigne communément sous le nom de *fièvre intermittente*

Archives générales de médecine, 1865, t. I, p. 91. (Deux observations de *congestion de la face,* par le Dr Perroud, de Lyon.)

Wiener Medicinische Wochenschrift, nos 60 à 72. *Des névroses vaso-motrices* (*Angio-névroses,* par le docteur Eulenburg et L. Laudois).

Tanquerel des Planches, *Recherches cliniques sur le flux salivaire idiopathique* (*Journal de Médecine*, de Trousseau, juin et juillet 1844).

Briquet, *Traité clinique et thérapeutique de l'hystérie,* p. 179 et suivantes.

Jaccoud, *Pathologie interne,* t. I, *Hyperkinésie du cœur.*

Leudet, Comptes-rendus de la première session de l'Association française pour l'avancement des sciences. (*Voir ci-dessus*, p. 869. Quatre observations de *sueurs unilatérales de la face.* Tous les sujets atteints de cette affection avaient une maladie du système nerveux, ce qui détermine le Dr Leudet à placer cette singulière affection sous la dépendance du système vaso-moteur.

pernicieuse. Le nom dérive du grand danger que ces affections font courir aux malades; cependant il donne une idée trop restreinte de la maladie elle-même : le vrai caractère en est de présenter un appareil fébrile plus ou moins intense, avec la lésion déterminée d'un organe ou d'une fonction. C'est ainsi qu'on a vu des éruptions cutanées périodiques, affections qui rentrent naturellement dans la définition des fièvres pernicieuses, si ce n'est que le péril a manqué. Enfin, au troisième groupe, appartiennent les maladies où il n'y a plus accès fébrile, comme dans la fièvre intermittente pernicieuse, mais où il ne reste plus que la périodicité d'une lésion déterminée dans un organe ou dans une fonction. Ces trois groupes se tiennent et s'enchaînent l'un à l'autre. De la fièvre intermittente simple on passe sans peine à la pernicieuse, et de celle-ci à la maladie périodique sans fièvre. Cet enchaînement est attesté par les faits les plus divers (1). »

Telle est, en effet, la gradation; mais l'intermittence n'est pas le seul lien qui unisse ces trois groupes: et la liaison apparaîtra plus étroite encore si on ajoute un deuxième caractère commun, qui est le trouble du système vaso-moteur; et ces deux caractères communs font de ces états pathologiques trois degrés ou trois formes d'une même affection.

La *fièvre pernicieuse,* qui est le degré le plus avancé, la forme la plus complète, présente à la fois un trouble général de l'ensemble du système vaso-moteur (produisant les symptômes généraux), et la congestion d'un organe déterminé : *fièvre pernicieuse* comateuse, sudorale, pneumonique, pleurétique, hépatique, etc.

Dans la *fièvre intermittente simple,* qui est le second degré, la perturbation générale du système vaso-moteur existe seule, sans localisation spéciale (si ce n'est la congestion splénique, qui d'ailleurs est loin d'être constante).

Enfin, dans la *fièvre larvée,* la perturbation vaso-motrice locale existe seule, il n'y a pas de symptômes généraux : congestions intermittentes accompagnées ou non de névralgies (2).

Trousseau, le clinicien par excellence, n'hésite d'ailleurs pas un instant à ranger la fièvre intermittente dans les névroses. « Ainsi s'expliquent, dit-il dans une de ses cliniques sur les *fièvres palustres,*

(1) *Dictionnaire de Médecine* en 30 vol., t. XVII, p. 520, article : *Fièvre intermittente,* par E. Littré.

(2) Un troisième point, commun à ces trois groupes, mais qui ne peut figurer à côté des deux autres, parce qu'il se rattache à la communauté de la cause extrinsèque plutôt qu'à la communauté du processus pathologique, c'est le traitement qui est absolument le même dans tous les cas : névroses congestives, fièvres intermittentes simples, fièvres intermittentes pernicieuses, fièvres larvées, sont toutes justiciables du quinquina et de l'arsenic.

ainsi s'expliquent avec une certaine facilité (par la fluxion) les accidents si diversifiés des fièvres larvées simples ou pernicieuses; ainsi se confirme cette opinion déjà soutenue par d'autres que moi, et à laquelle j'adhère complètement, à savoir, que les fièvres intermittentes, sous quelque forme qu'elles se traduisent, doivent être rangées dans la classe des névroses. Voyez, en effet, combien de motifs nous avons pour adopter cette opinion. La soudaineté de l'invasion de la maladie, sa rapide disparition; la véhémence des symptômes qui la caractérisent, en même temps que la fugacité de ces mêmes symptômes; les désordres terribles qui surviennent dans toute l'économie, désordre qui, dans les fièvres pernicieuses, ne peuvent se répéter sans que la vie soit mise en grand péril; et en même temps la sécurité trompeuse que va nous donner cette fièvre dans l'intervalle des accès les plus formidables; et puis cette facilité avec laquelle nous nous rendons maîtres d'une maladie dont les formes étaient si effrayantes; tout cela, Messieurs, ne dépose-t-il pas en faveur de l'idée d'une névrose (1)? »

Je me crois donc suffisamment autorisé, et par l'observation clinique et par l'analyse physiologique des symptômes, à classer les fièvres intermittentes parmi les névroses vaso-motrices.

Ce point établi, quel est, dans le processus physiologique de la maladie, celui des deux systèmes nerveux dont la lésion première ou le trouble fonctionnel a amené tous les autres symptômes à sa suite? Est-ce le grand sympathique ou est-ce la moelle épinière?

Ici, comme dans les autres névroses vaso-motrices, la plupart des physiologistes ont tout attribué au système nerveux ganglionnaire; un certain nombre d'entre eux, cependant, tels que Wunderlich, Traube, Virchow, en placent l'origine dans la moelle.

La théorie de Cl. Bernard, défendue surtout par Marey et Schiff, est celle qui localise la cause prochaine de l'accès fébrile dans le grand sympathique; ces physiologistes croient trouver la confirmation de leur théorie dans les expériences de Cl. Bernard sur les effets de la section du sympathique au cou, et sur l'action physiologique du curare.

Les symptômes généraux déterminés par le curare consistent (2) « en troubles de la circulation, de la respiration, de la calorification, en hypersécrétions et en symptômes intéressant le fonctionnement cérébral et visuel. *Les malades sont pris d'un frisson initial et d'un senti-*

(1) Trousseau, *Clinique de l'Hôtel-Dieu*, 3me édition, p. 442 et 443.

(2) *Études sur le curare*, comprenant des recherches et des expériences sur les animaux, les propriétés physiologiques et thérapeutiques de cette substance chez l'homme, par les Drs A. Voisin et H. Liouville. Paris, 1866.

ment de froid violent, de chair de poule, de claquement des dents, de tiraillement, de tremblement de tout le corps, accompagnés presque aussitôt de petitesse et d'accélération du pouls, d'anxiété, de respiration suspirieuse, d'élévation de la température axillaire... *Au sentiment de froid succèdent pendant plusieurs heures une élévation de température cutanée, la fréquence et le développement du pouls,* son dicrotisme, la rougeur du corps, et principalement de la face et des oreilles, l'injection des conjonctives oculaires, et enfin une sueur profuse. »

Il y a, comme on le voit, similitude parfaite entre les phénomènes successifs déterminés par l'introduction du curare dans l'organisme et la série des symptômes de l'état fébrile.

Dans les deux cas, la modification éprouvée par les nerfs vaso-moteurs est la condition première de tous les autres phénomènes : sous l'influence de la cause pyrétogène, comme sous l'influence du curare, ces nerfs sont d'abord surexcités, d'où constriction des vaisseaux capillaires, frisson, fréquence du pouls; puis les vaso-moteurs épuisés se paralysent bientôt et les vaisseaux se dilatent, d'où les phénomènes de réaction. Il est difficile de ne pas admettre cette interprétation, car elle rend compte, sinon de tous, du moins du plus grand nombre des symptômes de l'accès fébrile et de leur succession. Mais je cesse d'adopter les vues de M. Cl. Bernard dès qu'il localise la condition première des phénomènes dans le grand sympathique plutôt que dans la moelle. Rien, en effet, dans les nombreuses expériences de ce physiologiste sur l'action du curare et sur les effets de la section du grand sympathique, n'autorise une pareille conclusion. Et, puisqu'il est prouvé que les vaso-moteurs du grand sympathique ont leur origine réelle dans la moelle, n'est-il pas au moins aussi rationnel de placer le siége du déterminisme initial dans ce centre nerveux, que de le localiser dans le système ganglionnaire?

Le siége central me paraît même le plus vraisemblable; en effet, si les troubles vasculaires sont sous la dépendance exclusive du grand sympathique, puisque dans la fièvre la dilatation vasculaire est généralisée à tous les vaisseaux, il faut admettre que la cause pyrétogène a exercé son action sur toutes les portions du grand sympathique, tout au moins sur tous les ganglions (qui sont des centres secondaires); sans cela il y aurait des *congestions locales,* et non une pyrexie générale.

Or, cette action portant sur toutes les parties du grand sympathique peut bien s'expliquer, à la rigueur, dans le cas d'une altération du sang, agissant comme cause de la fièvre; mais, assurément, toutes les fièvres ne sont pas déterminées par une intoxication

préalable du liquide sanguin, et une excitation purement mécanique du système nerveux peut certainement amener un accès fébrile, comme le professe M. Cl. Bernard lui-même (1), et, dans ce dernier cas, la généralisation des phénomènes vasculaires devient difficile à expliquer. Si, au contraire, on localise la cause pathogénique de la fièvre dans la moelle, tout s'explique : il suffit que la cause pyrétogène (altération du sang, agent toxique ou mécanique) porte son action sur les origines du sympathique dans la moelle ou sur celles du système vaso-moteur dilatateur, pour que toute la série des phénomènes qui constituent l'accès fébrile se produise.

L'origine médullaire des phénomènes de la fièvre est donc au moins vraisemblable.

Maintenant, je n'entreprendrai pas d'exposer les théories au moyen desquelles Virchow, Traube, Liebermeister, etc., cherchent à expliquer le rôle qu'ils font jouer à la moelle dans l'accès fébrile; car si ces théories sont souvent ingénieuses, elles manquent généralement d'une base expérimentale suffisante.

Je préfère invoquer, à l'appui de cette localisation, quelques faits cliniques qui me paraissent ajouter un argument de plus à ceux que je viens de faire valoir :

Le Dr Ens (2) cite trois observations de fièvre intermittente avec *irritation spinale* manifestée par une douleur spinale, provoquée par la pression des apophyses épineuses.

Le Dr Malone (3) rapporte un cas de fièvre intermittente dont le sujet présentait quelques points du rachis sensibles à la pression. La maladie ayant résisté aux divers traitements employés, *un sinapisme fut appliqué sur la colonne vertébrale quelques instants avant et en empêcha le développement; et le même moyen employé deux ou trois fois suffit pour guérir complètement le malade.*

Enfin Stilling, dans son Mémoire sur l'*irritation spinale* (4), rapporte que chez certains malades atteints de cette affection, il provoquait à volonté des frissons avec chair de poule, suivis de bouffées de chaleur, en pressant fortement sur les vertèbres cervicales supérieures, ou en pratiquant des piqûres superficielles.

(1) Cl. Bernard, *Leçons de pathologie expérimentale*, 1872, p. 348 et 349.

(2) Ens, *Beob. über mehrere der symptomat. Krankheitsformen* (*Rut's Magazin*, 1834, Bd. XLI, p. 195, Bd. XLIV, p. 43). Mémoire résumé dans la *Gazette médicale de Paris*, 1835, p. 726.

(3) *Gazette médicale de Paris*, p. 279, 1836.

(4) Sur l'*Irritation spinale*, par le Dr Stilling, de Cassel. Mémoire lu à la Société des naturalistes allemands, réunis à Pyrmont, en septembre 1839.

MALADIE DE GRAVES, GOÎTRE EXOPHTHALMIQUE CONSIDÉRÉ COMME NÉVROSE VASO-MOTRICE.

Parmi les affections justement classées dans les névroses vaso-motrices, le goître exophthalmique est à la fois une des plus curieuses à étudier, et une de celles dont la physiologie pathologique est le plus aisément expliquée par une lésion ou un trouble fonctionnel des centres vaso-moteurs.

Cherchons, en effet, à interpréter chacun des symptômes à la lumière des découvertes physiologiques.

Cette maladie est caractérisée cliniquement par quatre phénomènes pathologiques principaux : des battements de cœur, la dilatation des vaisseaux artériels, la tuméfaction du corps thyroïde, et la saillie des globes oculaires ou exophthalmie.

Les palpitations et la dilatation des artères sont les symptômes qui apparaissent ordinairement les premiers, puis le goître et l'exophthalmie se montrent ensuite, après un intervalle de temps, quelquefois très long, d'autres fois très court. Trousseau (1) cite même l'histoire d'une malade chez laquelle ces quatre phénomènes se produisirent simultanément; dans la même nuit, et pour la preinière fois, à la suite d'une vive émotion, cette malade éprouva des battements cardiaques énergiques, un gonflement de la glande thyroïde et de l'exorbitis, avec épistaxis abondantes. Aussi, Trousseau pense-t-il que l'ordre d'apparition des signes de la maladie de Graves est plus apparent que réel; que tous les phénomènes ont une même cause et une raison d'être simultanée; qu'en un mot, il faut chercher l'explication de cet ensemble dans une condition unique; partant, que leur début se fait au même moment. Seulement, ces phénomènes ne sont pas toujours appréciables dans le même moment pour le malade. Les palpitations seules éveillent d'abord son attention, à cause de l'oppression pénible qui les accompagne ordinairement; les autres phénomènes, bien que contemporains, ne sont pas assez développés pour être aperçus.

Pour M. Jaccoud (2), au contraire, la non-contemporanéité de ces symptômes serait un fait constant, et le goître et l'exophthalmie ne seraient que les effets des premiers; dès lors il ne faudrait pas se préoccuper de trouver une condition unique qui rendît compte de tous les phénomènes, mais simplement rechercher l'origine des symptômes primordiaux et constants.

Mais, malgré ces divergences secondaires, Trousseau et Jaccoud

(1) Trousseau, *Clinique médicale*, t. II, p. 542.
(2) Jaccoud, *Pathologie interne*, t. I, p. 665 et suite.

s'accordent pour classer cette affection dans les névroses vaso-motrices, et les arguments par lesquels Trousseau défend cette opinion, viennent trop à l'appui de l'ensemble des idées émises dans ce travail pour que je néglige de citer quelques passages de sa clinique. « Cette névrose, dit-il (1), produit des congestions locales ayant leur cause prochaine dans une modification de l'appareil vaso-moteur, et cette opinion a pour elle des faits empruntés à la pathologie et à la physiologie, qui nous montrent des exemples de congestions locales de cause nerveuse. Aussi, dans la chlorose, maladie où le système nerveux et la crâse du sang sont si profondément modifiés, nous observons des bouffées de chaleur vers la tête, nous constatons des congestions utérines suivies de pertes qui m'ont permis de décrire une *chlorose ménorrhagique*.

« Dans l'hystérie, maladie essentiellement névrosique, nous voyons le délire, le coma, les convulsions prolongées être accompagnées de congestions du côté de l'encéphale. Dans l'hystérie, peut-on comprendre les sueurs profuses, l'excrétion d'urines si abondantes, sans un afflux sanguin considérable vers les glandes sudoripares, vers les reins? La congestion soudaine de la glande thyroïde qui survient de la même maladie, ne serait-elle pas encore sous la dépendance des paroxysmes nerveux qui agissent sur le centre circulatoire, ou sur quelqu'une des portions périphériques du système vasculaire... Il existe d'autres exemples de congestions locales sous la dépendance du système nerveux; une douleur aiguë est souvent accompagnée de rougeur et de sueur à la face; les émotions morales font rougir; la colère, l'amour, donnent au visage une expression spéciale due à la congestion de la face et des yeux.

« Eh bien! la congestion, dans le goître exophthalmique, ne saurait être un seul instant douteuse; la turgescence de la thyroïde qui augmente ou qui diminue avec l'accélération ou la diminution des battements cardiaques, la saillie des yeux et l'éclat du regard qui se montrent surtout pendant les paroxysmes, la chaleur et la moiteur de la peau, les troubles intellectuels, ce sont là autant de phénomènes qui viennent témoigner bien haut en faveur du molimen congestif... Lorsque, sous l'influence d'une cause nerveuse physiologique, on voit chez les animaux des congestions rapides de durée variable (il fait allusion aux congestions périodiques accompagnant les phénomènes du rut chez les animaux) se reproduire d'une façon régulière, n'est-il pas permis de penser qu'un état morbide qui est caractérisé par des congestions rapides de durée variable aussi et à

(1) *Clinique médicale*, t. II, p. 556.

marche paroxystique, peut reconnaître pour cause prochaine une modification de l'influx nerveux, et doit conséquemment être rangé dans la classe des névroses? Pour moi le goître est donc une névrose congestive... »

M. Jaccoud n'est pas moins affirmatif. « La question, dit-il, doit être posée en ces termes : *Quel est, dans l'état actuel de la physiologie, la condition qui peut produire simultanément l'hyperkinésie du cœur et la dilatation des vaisseaux artériels*? Une seule réponse est possible : la condition pathogénique cherchée est évidemment la paralysie des vaso-moteurs cardiaques et cervicaux; la dilatation vasculaire, qui en est la suite, amène et entretient la palpitation; ainsi est constituée la première phase de la maladie. Secondairement, le développement des vaisseaux se prononce davantage en raison de la persistance de la cause, et la glande thyroïde augmentée de volume donne lieu à la tuméfaction caractéristique. Une fois étendue à l'extrémité céphalique, la fluxion artérielle devient une cause d'excitation pour le système nerveux central, et *particulièrement pour le centre cilio-spinal;* de là la saillie du globe oculaire..... (1). »

Comme on le voit, les divergences roulent sur des points secondaires, et l'accord existe sur la condition pathogénique fondamentale qui, pour les deux cliniciens, est une paralysie des nerfs vaso-moteurs.

D'ailleurs, la même question que pour l'état fébrile se présente ici : quel est le siége physiologique de cette névrose? Doit-il être placé dans le sympathique ou dans la moelle?

Or, l'anatomie pathologique, qui vient ici confirmer la théorie précédente, déjà si bien établie sur la double base de la clinique et de la physiologie, peut nous permettre en même temps de répondre à cette question.

Dans sept autopsies (2), des altérations du système nerveux ont été rencontrées; dans les six premières, ce sont des lésions du grand sympathique qui ont été trouvées; mais dans le septième cas (Geigel), les cordons et les ganglions du sympathique étaient sains, sauf une pigmentation des ganglions. *Mais le canal central de la moelle était élargi et oblitéré, et la substance grise qui l'entoure était indurée par suite du développement anormal de la névroglie. Les parties supérieures de la moelle présentaient un développement anormal des petits vaisseaux et de leurs plus fines ramifications* (3). En conséquence, si les

(1) *Loco citato*, p. 667.

(2) Jaccoud, *loco citato*, p. 668, 669.

(3) *Dictionnaire annuel du progrès des sciences médicales*, par le Dr Garnier, t. VI, p. 228, 1867.

six premières autopsies démontrent que, dans la majorité des cas, le grand sympathique semble être le siége de la névrose en question, d'un autre côté, on est pleinement autorisé à revendiquer le septième cas comme un exemple de névrose vaso-motrice d'origine centrale. Et l'on arrive ainsi, par la triple voie de l'anatomie pathologique, de l'observation clinique et de l'expérimentation physiologique, à admettre l'existence d'une forme d'*irritation spinale* exclusivement vaso-motrice, dans laquelle les éléments de la moelle qui président aux phénomènes vaso-moteurs sont seuls atteints.

Dans l'état actuel de nos connaissances touchant la texture de l'axe spinal, aucune notion définitivement acquise ne permet d'expliquer, d'une manière satisfaisante, cette lésion isolée des centres vaso-moteurs de la moelle.

La seule disposition anatomique qui permettrait d'expliquer physiologiquement cette indépendance des différents éléments de la moelle démontrée par la clinique, est celle qu'a décrite M. Luys dans ses remarquables *Recherches sur le système nerveux* (1).

Il est vrai que parmi les nombreuses analyses anatomiques dont cet ingénieux investigateur a enrichi l'histologie des centres nerveux, quelques-unes ont, tout d'abord, rencontré des incrédules (2); la détermination d'une couche centrale de substance grise composée de *cellules sympathiques*, comme origine des filets vaso-moteurs, a particulièrement soulevé les protestations de quelques névrologistes. Toutefois, quand je vois un anatomiste tel que Charles Robin admettre comme vraisemblable l'origine réelle du grand sympathique dans ces cellules de Jacubowitsch; quand je vois cette disposition anatomique donner l'explication de faits pathologiques qui, en dehors d'elle, restent sans interprétation, je pense que les idées de Luys doivent être prises en sérieuse considération.

D'après cet anatomiste, la portion la plus interne de la substance grise, celle qui avoisine immédiatement les parois du canal central de la moelle, constitue une couche distincte continue avec elle-même dans toute la longueur de l'axe spinal, et formée par des cellules d'une configuration particulière accumulées au pourtour des cavités spino-cérébrales, depuis l'implantation de l'olfactif jusqu'aux régions les plus inférieures de la moelle épinière (3).

C'est cette couche de substance grise centrale que Luys considère

(1) Luys, *Recherches sur le système nerveux cérébro-spinal*, 1865.

(2) M. Luys vient de commencer la publication d'une *Iconographie photographique des centres nerveux;* et nous sommes convaincu que cette reproduction exacte de ses belles préparations fera disparaître bien des objections.

(3) Luys, *loco citato*, p. 46, 68, 306 et suiv.

comme « le point de convergence des incitations vaso-motrices et le foyer central d'où ces incitations sont réfléchies vers la périphérie, pour provoquer des modifications alternatives dans les phénomènes de la circulation capillaire, et qui, enfin, se trouve l'arbitre des phénomènes de nutrition des éléments histologiques. »

La couche centrale grise constitue donc, anatomiquement, une région indépendante par rapport aux autres éléments de la moelle, et, physiologiquement, elle peut être considérée comme un système nerveux à part, fonctionnant d'une manière autonome au milieu des éléments homologues ambiants.

Cette topographie histologique de la moelle, je le répète, n'est pas encore acceptée, comme un fait démontré, par la plupart des anatomistes. Aussi, je ne la reproduis ici que pour faire remarquer que, si l'exactitude de cette disposition anatomique venait à être confirmée par les recherches ultérieures, elle donnerait une explication très concordante des névroses vaso-motrices d'origine spinale.

On comprendrait alors aisément comment cette région peut être altérée dans sa texture et dans ses fonctions, sans que les autres parties de la moelle soient atteintes; comment les phénomènes vasculo-moteurs, qui sont sous sa dépendance, peuvent présenter des troubles plus ou moins prononcés, sans que les autres fonctions du système nerveux soient modifiées; comment, enfin, il peut exister une *irritation spinale* exclusivement vaso-motrice, c'est-à-dire sans troubles de la sensibilité, sans névralgies (1).

(1) Une remarque vient corroborer ma manière de voir sur le rôle important que joue le centre nerveux cérébro-spinal dans la pathogénie des névroses vaso-motrices. Dans un grand nombre de cas où les auteurs ont recherché les causes qui ont pu amener le développement de ces affections, il a été constaté que les troubles vaso-moteurs avaient été déterminés par des émotions violentes. Telles sont les observations citées par le Dr Diday dans les *Archives de médecine* (1865, t. I, p. 93) et par le Dr Cahen (mémoire déjà cité, p. 42, 43).

Le Dr Fleury (*Traité d'hydrothérapie*, 3me édition, p. 342) rapporte qu'un grand nombre de fois il a observé des congestions de différents organes dont il a dû rattacher le développement à des chagrins, des émotions violentes et pénibles, ayant exercé pendant longtemps une action perturbatrice et débilitante sur le système nerveux.

Les faits de ce genre sont assez connus, mais je crois utile de les rappeler pour faire remarquer que, dans ces observations, il est impossible d'admettre que le grand sympathique ait été directement atteint; on est bien forcé de reconnaître que l'influence nerveuse vaso-motrice a son origine dans le système nerveux central et que le cerveau ne peut agir sur les nerfs vasculaires que par l'intermédiaire de l'axe spinal.

Je trouve dans une *Lecture sur les paralysies*, du Dr Meredith Clymer, deux faits du même ordre, que je cite à cause de leur singularité : « Quelques personnes semblent posséder un certain pouvoir sur l'action des nerfs vaso-moteurs qui leur permet, sans limites données, d'exercer une influence sur l'état de la circulation périphérique. Un charlatan de passage montrait une influence surprenante sur la couleur de son visage qu'il rendait rouge ou d'une pâleur mortelle, à son gré. Je possède maintenant l'observation d'un monsieur, âgé de soixante ans, qui peut produire, suivant son désir, la rudesse de la

Je regrette de n'avoir trouvé dans aucun recueil médical français, relativement à l'autopsie pratiquée par Geigel, une description précise et détaillée des lésions anatomiques de la moelle. Le livre de Jaccoud et le dictionnaire de Garnier en donnent seuls une description très sommaire (1).

Toutefois, quelque incomplète que soit cette description, les résultats de l'autopsie semblent venir à l'appui des vues de Luys. Chez ce malade, en effet, les lésions étaient localisées précisément dans les parties les plus centrales de la moelle : le canal central était élargi, et la substance grise qui l'entoure était indurée.

J'ajouterai une dernière remarque, c'est que cette détermination d'un siége médullaire pour un certain nombre de névroses vasomotrices, indépendamment de l'intérêt qu'elle peut offrir au point de vue de la pathogénie, peut avoir une utilité pratique immédiate, car les succès que j'ai signalés dans les chapitres précédents, à la suite d'applications révulsives sur la colonne vertébrale, dans les cas d'irritation spinale, et celui qu'a obtenu Malone dans la fièvre intermittente, m'autorisent à penser que ces mêmes applications pourraient produire aussi de bons résultats dans les névroses vasomotrices d'origine spinale, et en particulier dans la *maladie de Graves*.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Je résume, en terminant sous forme de conclusions, les principales conséquences des propositions et des faits présentés dans ce travail :

A. *Conclusions pratiques*. — 1° Un grand nombre de névralgies présentent, indépendamment des points douloureux déterminés par Valleix, un point douloureux fixe que cet auteur n'a point décrit, siégeant au niveau d'une ou de plusieurs apophyses épineuses des vertèbres.

On constate l'existence de ce point douloureux, en pressant successivement sur toutes les apophyses épineuses, à partir de la première vertèbre cervicale.

Ce point douloureux est nettement distinct du *point dorsal* déjà

peau avec prédominance des papilles et érection des poils, phénomènes accompagnés d'une perte de chaleur et d'une visible pâleur à la surface de la peau; il disait qu'après l'accomplissement de cet acte, un sentiment particulier le faisait tressaillir de la région cervicale à la région précordiale, comme lorsqu'on éprouve une frayeur soudaine. » (*Deux Lectures sur les paralysies du système nerveux*, par le Dr Meredith Clymer, traduites par le Dr Vergely, *Union médicale de la Gironde*, 1871).

(1) Jaccoud, *Pathologie interne*, t. I, p. 669.

Dictionnaire annuel des progrès des sciences médicales, par le Dr Garnier, article *goître*, 1867.

connu de la névralgie intercostale : celui-ci siége dans la gouttière vertébrale, celui-là sur les apophyses épineuses.

2° Ce point apophysaire paraît se rencontrer surtout dans les névralgies anciennes, rebelles aux différents traitements, ou récidivantes.

3° Lorsque ce point apophysaire existe, les applications révulsives sur la colonne vertébrale (sangsues, vésicatoires, pommade stibiée, etc.) amènent plus sûrement la guérison que les applications faites sur les autres points, et guérissent des névralgies rebelles aux autres modes de traitement.

4° En conséquence, il est aussi utile, au point de vue pratique, de rechercher l'existence de ce point douloureux dans les névralgies, qu'il est intéressant, au point de vue scientifique, d'en rechercher la signification, et je ne saurais trop engager mes confrères à explorer la colonne vertébrale dans tous les cas de névralgie qui s'offriront à leur observation.

Je tiens à séparer nettement les conclusions précédentes qui résument des faits acquis et des notions immédiatement applicables, des conclusions théoriques qui suivent, et sur lesquelles j'appelle l'examen critique de mes confrères.

B. *Conclusions théoriques*. — 1° L'*irritation spinale* est une espèce morbide distincte, constituée, dans sa forme complète, par la réunion de quatre phénomènes morbides principaux : points douloureux le long des apophyses épineuses, irradiations névralgiques de cette douleur rachidienne, surtout lorsqu'elle est provoquée, troubles vaso-moteurs et sécrétoires, localisés dans une ou plusieurs régions du corps.

2° Les névralgies avec douleur apophysaire d'une part, certaines névroses vaso-motrices et hypercriniques d'autre part, semblent n'être que des formes incomplètes, des degrés différents, ou des formes variées de cette même affection.

Dans les premières, le symptôme *douleur* existe seul (point apophysaire et névralgie). Dans les secondes, les troubles vaso-moteurs ou sécrétoires existent seuls (ou tout au moins priment les autres symptômes).

Enfin, dans le degré le plus avancé ou la forme la plus complète, les trois ordres de phénomènes morbides sont réunis.

Il y aurait donc trois formes ou degrés principaux d'*irritation spinale :*

A. Irritation spinale exclusivement hyperesthésique (névralgie avec point apophysaire) ;

B. Irritation spinale exclusivement vaso-motrice ou sécrétoire, ou *névroses*

vaso-motrices d'origine spinale; exemples : le goître exophthalmique et le ptyalisme idiopathique;

C. Irritation spinale à la fois névralgique et vaso-motrice.

3° Il y a lieu d'établir entre les *névroses vaso-motrices* une distinction analogue à celle qui sépare les névralgies d'origine périphérique des névralgies d'origine centrale.

4° Après le succès obtenu par les résultats appliqués sur le point apophysaire des névralgies et de l'irritation spinale, il est rationnel de penser que les mêmes applications pourront rendre de grands services dans certaines névroses vaso-motrices, telles que le goître exophthalmique, la migraine, et même dans la fièvre intermittente.

5° Les observations de Malone et de Stilling, en même temps qu'elles justifient la conclusion précédente, viennent à l'appui de la théorie qui localise le déterminisme vaso-moteur initial de la fièvre dans la moelle et non dans le grand sympathique.

Dr RUBIO,

De Madrid.

Sur une terminaison spéciale des nerfs.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

MESSIEURS,

J'ai l'honneur de présenter à cette Assemblée quelques observations que j'ai faites sur une terminaison spéciale des nerfs.

En étudiant une coupe transversale de l'intestin grêle de la grenouille, je trouvai, comme cachés sous l'épithélium de la muqueuse, des petits corps tubuliformes, dont la longueur variait entre 15 à 50 millièmes de millimètre et la largeur entre 1 à 5 millièmes de millimètre.

Ces petits cylindres, fermés à leur extrémité libre antérieure, se replient sur eux-mêmes et constituent deux anses oblongues ou circulaires qui se prolongent et pénètrent dans les tissus. Cette disposition donne à ces corps une ressemblance parfaite avec les petits priapes que les dames romaines employaient pour honorer et rendre propice à leurs vœux le dieu de la fécondité.

En les examinant avec toute l'attention possible et à plusieurs reprises, il ne m'est resté aucun doute que ce sont les véritables terminaisons des tubes nerveux, munis de leur cylindre axe qui

termine l'extrémité antérieure par une petite tête ou bouton, un peu avant de toucher la membrane limitante; cette disposition jointe à la ligne du cylindre axe qui traverse le tube en forme d'urètre et aux deux anses circulaires ou elliptiques, simulant des testicules, augmente leur ressemblance avec l'objet dont j'ai parlé et m'a conduit à les appeler « terminaison priapiforme des nerfs ».

Je ne pensai pas que ce mode de terminaison dût être exclusif aux Batraciens et je m'efforçai de les rechercher chez l'homme et chez d'autres mammifères; mais quoiqu'il soit aussi facile de reconnaître ces objets une fois qu'on les a examinés, qu'il est difficile de les voir, quoiqu'on les ait sous les yeux, si on ignore leur existence, mes investigations ne donnèrent aucun résultat jusqu'à ce qu'une heureuse circonstance, il y a trois mois, me permit de rencontrer les terminaisons priapiformes dans l'espèce humaine.

En étudiant au microscope une gomme du foie d'un homme, qui avait succombé par suite d'une syphilis viscérale, je trouvai les priapes et je pus apprécier parfaitement la manière que les tubes nerveux affectent avant de prendre la terminaison que je viens de décrire.

Les nerfs réduits à l'état élémentaire de tubes cessent d'être droits et décrivent des courbes de plus en plus prononcées, jusqu'à constituer des cercles complets en forme d'*x*, *x*, et de longs lacets à la manières des frondes avec lesquelles on lance des pierres.

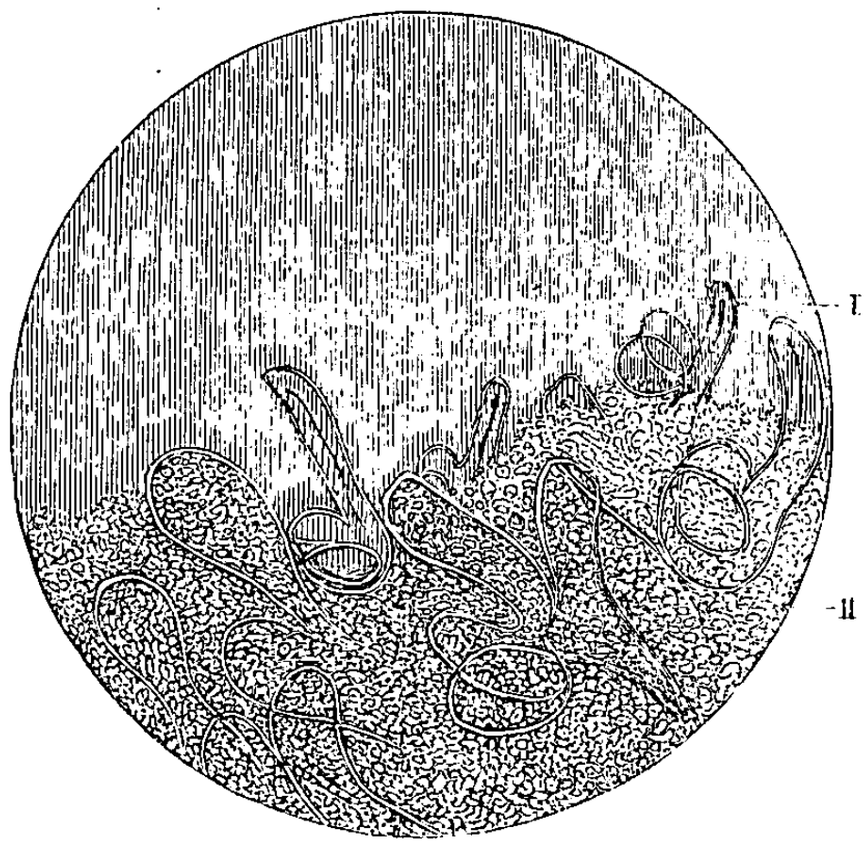
La propriété *recorporative* que les nerfs possèdent tout spécialement et qui fait que, loin de diminuer en nombre et en volume, ils augmentent et grossissent à mesure qu'ils se distribuent, se présente dans le cas dont nous parlons d'une manière remarquable, et de même que le grand sympathique se réduit dans son trajet à un mince filament qui menace de disparaître pour grossir de nouveau et former de grands ganglions et plexus, ainsi les tubes nerveux paraissent se renforcer à mesure qu'ils s'enroulent et forment de plus grands lacets; il résulte de cette disposition une espèce de labyrinthe plexiforme qui est terminé par le priape.

Je joins, pour plus de clarte, un dessin semi-schématique pris sur la gomme dont il a été parlé. *(Fig. 20.)*

Permettez-moi, Messieurs, avant de terminer, de consigner ici quelques indications utiles et une observation importante.

Les terminaisons priapiformes et les plexus ne sont pas difficiles à observer à cause de leurs dimensions, mais de leur excessive transparencé; quelques cellules épithéliales suffisent pour les couvrir; de simples éléments histologiques superposés les cachent complètement et les rendent invisibles.

La gomme, en désagrégeant les cellules hépatiques et en les réduisant à un détritus mou de granulation moléculaire, permet que,



(Fig. 20.)

sous l'influence de la compression entre les deux verres porte-objet et couvre-objet, on distingue bien cette terminaison nerveuse.

Il convient d'employer un microscope qui définit parfaitement, motif pour lequel on ne doit pas observer à plus de 350 à 400 diamètres.

De même il est nécessaire que l'illumination ne soit pas trop forte et que l'obliquité soit bien adaptée.

Il me reste à signaler un fait important : c'est que la syphilis viscérale désagrège et altère les éléments histologiques propres du foie, mais laisse entiers et intacts, sans aucune altération, les tubes nerveux les plus délicats.

Je prie le Congrès de recevoir la communication de ce modeste travail, auquel je n'ai encore donné aucune publicité, comme une preuve de ma sincère adhésion à la noble tâche qu'il a entreprise et de mon grand désir d'y prendre part dans la limite de mes forces.

Dr H. PEYRAUD,

de Libourne.

Propriétés biologiques de deux isomères : le camphre du Japon et l'essence d'absinthe; leur influence sur la glycogénie.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

M. le Dr Peyraud fait connaître le résultat de nombreuses expériences qu'il a faites avec le concours bienveillant de M. Falières, de Libourne, sur les propriétés biologiques du camphre du Japon et de l'essence d'absinthe son isomère. Ces expériences consistent en injection de ces substances dans les veines, le camphre dissous dans l'huile et l'essence d'absinthe introduite soit en nature, soit mélangée à l'huile, suivant le besoin. Quelques gouttes d'huile camphrée au quart (7 à 8 gouttes), 2 gouttes d'essence d'absinthe ou 6 à 7 gouttes d'huile absinthée au quart produisent des attaques d'épilepsie présentant des caractères identiques pour l'une et l'autre de ces substances. Ces attaques peuvent être empêchées par l'injection préalable, et pendant plusieurs jours, d'une solution de bromure de potassium pur sous la peau. On peut alors doubler les doses sans obtenir aucun phénomène convulsivant, ce qui démontre d'une façon bien évidente l'action de ce médicament contre l'épilepsie. Un jet d'acide carbonique au fond du pharynx, au moment de l'injection intra-veineuse de ces substances, produit le même effet. Il en est de même de l'insufflation pulmonaire; mais si l'on coupe les nerfs pneumo-gastriques, l'insufflation n'arrête pas les attaques (1).

L'usage continu de l'essence d'absinthe introduite dans les veines produit d'abord des marbrures congestives du poumon, des congestions du foie; puis, s'il est plus prolongé, de véritables broncho-pleuro-pneumonies, avec infiltration purulente du poumon et de la plèvre, infiltration purulente du foie, de la rate et du cerveau. Le camphre du Japon produit les mêmes lésions, mais elles sont beaucoup plus difficiles à obtenir, et il faut des doses plus considérables.

Les injections sous-cutanées d'une solution concentrée de bromure

(1) La seule expérience que M. Peyraud ait faite à ce sujet a été conduite de la façon suivante : Les nerfs pneumogastriques mis préalablement à nu, on a injecté 8 gouttes d'huile camphrée; en même temps, un aide faisait la respiration artificielle; l'attaque n'a pas eu lieu. Six minutes après, une nouvelle dose de 8 gouttes d'huile camphrée ayant été injectée, on a sectionné les nerfs pneumogastriques; aussitôt, malgré la respiration artificielle, l'attaque s'est produite. M. Peyraud regrette de n'avoir pu faire cette expérience qu'une seule fois.

de potassium déterminent des eschares de la peau. Son administration en nature par le tube digestif occasionne des diarrhées. Il faut donc, autant que possible, le diluer pour l'administrer, soit sous la peau, soit par l'intestin.

Cette propriété qu'a le bromure de mortifier les tissus avec lesquels on le met en contact, semble être le résultat de celles qu'il possède d'arrêter dans ces mêmes parties la circulation. En effet, en examinant la patte d'une grenouille sur laquelle on a activé la circulation par une injection d'essence d'absinthe, si l'on injecte sous la peau une solution de bromure de potassium, cette circulation activée s'arrête presque instantanément. Le contraire a lieu si l'on injecte d'abord du bromure de potassium. Dans ce cas, la circulation arrêtée par cette substance, sous l'influence de l'action de l'essence d'absinthe, est mise de nouveau en mouvement; mais cette circulation est bientôt paralysée par le bromure primitivement injecté.

De ces deux faits, arrêt par le bromure de la circulation activée et des convulsions produites par l'essence d'absinthe, dérive un antagonisme évident entre ces deux substances. Cet antagonisme peut s'apprécier encore davantage si l'on examine les oreilles d'un lapin sur lequel on injecte d'abord du bromure et ensuite de l'essence d'absinthe. Sous l'influence de la première injection, les oreilles deviennent froides, cyanosées, presque privées de sang; le calibre de leurs vaisseaux est notablement diminué. Si l'on injecte alors de l'essence d'absinthe, les vaisseaux se gonflent progressivement, et les deux oreilles deviennent en très peu de temps turgescentes et chaudes; le sang coule rutilant par la simple piqûre de la veine, de façon à donner quelquefois lieu à une véritable hémorrhagie. Les choses se passent de la même manière si l'on remplace l'essence d'absinthe par le camphre du Japon, son isomère.

Ces deux substances augmentent donc la circulation, la pression intra-veineuse, et le sang coule rouge par les veines. La respiration est large, accélérée, et peut s'augmenter de 10 à 15 inspirations par minute (chez l'homme). Le pouls peut avoir 20 pulsations de plus: la température s'élève de 1 à 2° au-dessus de la normale.

Le point le plus intéressant des recherches de M. Peyraud est assurément le suivant : le camphre du Japon et l'essence d'absinthe administrés pendant quelque temps ont la propriété remarquable de faire disparaître le sucre de l'économie. Des lapins, soumis pendant quelques jours à l'action d'une de ces deux substances, ne présentaient dans leur foie ou dans leur sang aucune trace de sucre. M. Peyraud a présenté à la Société de médecine et de chirurgie de

Bordeaux un lapin préparé pendant quelques jours au moyen de l'injection de camphre : son estomac était rempli de carottes et il était en pleine digestion. L'analyse du foie, faite en présence des membres de la Société par M. Falières, permit de constater une diminution très notable du sucre qui y était contenu. Du reste, ces messieurs ont affirmé qu'à plusieurs reprises, ils avaient analysé des foies dans lesquels ils n'avaient trouvé aucune trace de sucre. Dans certains cas, les foies ne contenaient pas même de matière glycogène, puisque, analysés vingt-quatre heures après, il ne s'était pas formé la plus petite quantité de sucre. Ils ont même pu constater que des foies, dans lesquels ils n'avaient trouvé que 0,05 de sucre une heure après la mort, ne contenaient, vingt-quatre heures après, que la même quantité de sucre; ce qui prouve que l'on peut trouver du sucre dans un foie qui ne contient pas de matière glycogène; car si cette matière avait existé, elle aurait formé, dans vingt-quatre heures, une certaine quantité de sucre que l'analyse aurait décelée.

L'essence d'absinthe et le camphre ont donc la propriété d'éliminer le sucre et la matière glycogène, et cela par de très petites doses et sans produire les lésions organiques que nous avons signalées plus haut. Cette action est donc une action thérapeutique; aussi, M. Peyraud a-t-il eu l'idée d'employer le camphre et l'essence d'absinthe dans le traitement du diabète. Si ces substances avaient la propriété de faire disparaître le sucre et la matière glycogène sur des lapins, elles devaient rendre de très utiles services dans le traitement de cette exagération fonctionnelle, qui, chez l'homme, a pour résultat une plus grande formation du sucre dans l'économie.

Deux diabétiques furent soumis à l'usage du camphre dissous dans l'eau alcoolisée; ils en prirent $0^{gr}10$ par jour avant le repas. L'un d'eux, qui rendait 130 grammes de sucre par jour, après un traitement de deux mois et demi n'en rendait plus que 24 grammes; l'autre, en quinze jours, est descendu de 50 à 20 grammes. Ils faisaient depuis fort longtemps, l'un et l'autre, un traitement diététique sévère, et, malgré cela, ils n'avaient obtenu aucune amélioration. M. Peyraud, se basant sur ses expériences, les délivra complètement de cette diète difficile, et leur permit de manger ce que bon leur semblerait. Il avait, en effet, obtenu la disparition du sucre dans le foie de ses lapins, en les nourrissant avec des carottes, aliment, comme on le sait, très sucré. Il pouvait donc autoriser ses malades à suivre le régime qu'ils voudraient. Ceux-ci se privèrent d'autant moins d'aliments féculents et sucrés que, depuis longtemps, eux qui les aimaient beaucoup, avaient dû complètement s'en abste-

nir. C'est donc dans ces conditions que les résultats qui viennent d'être annoncés ont été obtenus.

Cette diminution a coïncidé dans les deux cas avec le retour à la proportion normale de la sécrétion des urines, et avec l'amélioration de l'état général. M. Peyraud a observé sur ces malades et sur quelques autres, que depuis il a eu occasion de soigner; que le sucre n'a jamais totalement disparu, quoiqu'il ait toujours très notablement diminué. Il est vrai que, jusqu'ici, il n'a jamais employé le régime diététique. Il pense que, par l'emploi combiné de ce régime et du camphre, on obtiendrait la disparition complète du sucre.

Voici ce que M. Peyraud a jusqu'à présent observé pendant le traitement de ses diabétiques : dès le début, le sucre diminue généralement en notable proportion ; quelques jours après, il existe passagèrement une augmentation très sensible du sucre dans les urines, dépassant même toutes les quantités constatées avant le traitement; puis vient, en définitive, une diminution rapide et persistante. Ces faits se rapprochent de ce qui se passe dans le diabète artificiel et passager produit par la piqûre du bulbe chez les animaux, et auquel succède la disparition du sucre dans l'économie.

Ces premiers résultats ont conduit M. Peyraud à faire de nouvelles recherches sur les effets de l'essence d'absinthe et du camphre sur la glycogénèse.

Voici quelles sont ses nouvelles conclusions :

L'essence d'absinthe et le camphre agissent en paralysant le grand sympathique, et cette action a pour résultat l'augmentation de la circulation dans tous les organes, et, partant, de leur activité fonctionnelle. Or, l'activité fonctionnelle du foie s'augmentant elle aussi, il suit de là que la destruction de la matière glycogène dans cet organe est plus rapide, sa consommation plus grande. Aussi, l'économie ne suffit-elle pas à détruire toute la quantité de sucre formée par le foie; c'est ce qui explique pourquoi les urines, pendant une certaine période, contiennent plus de sucre.

Mais, par la propriété d'accélérer la circulation, le camphre et l'essence d'absinthe empêchent, conformément à la théorie de Schiff, la formation des ferments capables de transformer soit les substances amylacées, soit la matière glycogène en glucose, puisque, d'après ce savant physiologiste, un phénomène contraire, c'est-à-dire l'arrêt de la circulation, favorise la formation des ferments. L'absinthe et le camphre agiraient donc sur le foie et sur le pouvoir saccharifiant des glandes salivaires et pancréatiques : sur le foie, en consommant la substance glycogène qui y a été précédemment amassée; et sur le pouvoir

saccharifiant des glandes salivaires et pancréatiques, en diminuant la propriété qu'ont ces glandes de transformer en glucose les aliments féculents et sucrés, qui, comme on le sait, servent à former la substance glycogène du foie. Du reste, M. Peyraud, en étudiant le pouvoir saccharifiant des glandes sur des lapins soumis, pendant quelque temps, au camphre et à l'absinthe, a trouvé ce pouvoir saccharifiant moitié moindre qu'à l'état normal; et, ce qu'il y a de plus curieux, dans l'intestin grêle de ces mêmes lapins, pendant la période digestive, il n'a trouvé aucune trace de glucose. Il a de plus constaté qu'à l'état normal la quantité de matière glycogène varie dans le foie, suivant l'époque où on l'examine. Quand l'animal est à jeun, elle est moins considérable que lorsqu'il se trouve en pleine digestion. Ces variations existent aussi si l'animal a été soumis à un régime féculent ou azoté.

M. Peyraud pense donc que le sucre se forme dans le foie sous l'influence d'un ferment contenu dans le sang, aux dépens de la matière glycogène. Il peut se former dans toutes les parties où se trouve cette matière; mais la quantité considérable de sucre qui est fabriquée dans le foie constitue, pour cet organe, une véritable fonction, consistant, d'une part, en une condensation de matière glycogène; d'autre part, en une destruction, transformation en sucre de cette matière par un ferment contenu dans le sang de la veine-porte. Ce ferment, ajoute M. Peyraud, ne pourrait-il pas être tout simplement celui du suc salivaire ou pancréatique, absorbé directement, avec ces liquides, par la muqueuse intestinale?

L'identité d'action du camphre et de l'essence d'absinthe, son isomère, a conduit M. Peyraud à considérer ces substances, chimiquement isomériques, comme biologiquement isomères, indépendamment de la forme, qui n'est pas la même, puisque l'une est liquide et l'autre solide; aussi a-t-il formulé la loi suivante : *Les corps isomères ont les mêmes propriétés biologiques, pourvu qu'ils soient assimilables.* L'eucalyptol et l'essence de semen-contra qui sont isomères; l'essence de térébenthine, de persil, plusieurs autres isomères de l'essence de térébenthine, ont déjà, pour M. Peyraud, confirmé cette loi en ce qui concerne la nature et la forme des phénomènes convulsivants qu'ils produisent.

De plus, cet expérimentateur, en essayant l'action de l'essence de girofle, considérée par Berzélius comme isomère du camphre du Japon et de l'essence d'absinthe, a observé des actions biologiques tellement dissemblables que, soupçonnant une erreur du célèbre chimiste, il a cherché, dans des ouvrages plus nouveaux, la constitution atomique de cette essence, et l'a trouvée, selon Pelouze et Frémy, très différente de celle de l'essence d'absinthe et du camphre du Japon.

Du reste, dans de nouvelles recherches, M. Peyraud, en s'aidant toujours des connaissances chimiques de M. Falières, se propose d'étudier d'une façon plus complète la loi qu'il ne fait que poser aujourd'hui.

Dr ROLLET.

Sur un mode de traitement de l'épilepsie.

(Extrait.)

(Séance du 11 Septembre 1872.)

M. le Dr Rollet est amené par la communication précédente à faire connaître un mode de traitement de l'épilepsie, qui lui a donné de nombreux succès. Il s'agit d'un mélange de poudre de valériane et de térébenthine purifiée, dans les proportions nécessaires pour consistance pilulaire (11 de valériane pour 10 de térébenthine), administré par pilules de 20 centigrammes à la dose de 4 par jour.

Dr L.-CH. BOULLAND,

Professeur d'anatomie et de physiologie à l'École préparatoire de médecine de Limoges.

De la Contractilité physique et de quelques autres propriétés que présentent les tissus non vivants de l'organisme animal et notamment de l'endosmose des gaz et des vapeurs (1).

(Séance du 11 septembre 1872.)

Ce travail, que j'ai commencé depuis plusieurs années et dont je ne donne ici qu'un résumé, touche, comme on va le voir bientôt, à des questions de nature physique; j'y fais mention de phénomènes intimes qui se passent dans les tissus non vivants de l'organisme animal.

Il existe entre ces phénomènes et certains côtés de la physiologie de tous les êtres vivants des rapports incontestables et d'une importance d'autant plus grande que les faits que je vais exposer ont été à peu près complètement inconnus jusqu'à présent.

La nature essentiellement physique de ces phénomènes les caractérise d'une manière toute particulière et doit les faire entièrement

(1) Extrait par l'auteur d'un travail inséré *in extenso* dans le *Journal de l'anatomie et de la physiologie* (1873).

différencier de ceux de nature chimique ou de ceux que l'on nomme vitaux.

CHOIX DES MEMBRANES DESTINÉES A CETTE ÉTUDE.

Les tissus que l'on peut employer pour déceler les phénomènes intimes de nature physique que l'on observe dans les tissus non vivants, sont très nombreux. Ils paraissent d'autant plus aptes à cette étude qu'ils sont plus minces et plus résistants. Minceur et ténacité, voilà deux propriétés qui leur sont indispensables.

J'ai expérimenté sur des membranes ayant appartenu à de nombreuses espèces animales; je dois noter la sangsue, les vésicules biliaires du chevreau et de l'agneau, la vessie natatoire de certains poissons, le poumon de la grenouille, l'artère carotide de l'homme, etc.

Mais, de toutes ces membranes, celle qui m'a paru la plus utile et que je considère comme indispensable pour ce genre d'étude est, sans contredit, la membrane fibreuse de l'estomac de la grenouille.

Je dirai sommairement que, pour la préparer convenablement, il faut laisser l'œsophage et le duodénum en rapport avec l'estomac. On retourne ces différents organes de manière que la muqueuse soit en dehors, on les fait macérer dans de l'eau pendant douze heures, et en les râclant avec une spatule on enlève facilement la muqueuse. C'est alors qu'on retourne l'estomac une seconde fois pour le remettre dans son sens naturel.

On peut le garder ainsi aussi longtemps qu'on le veut dans un flacon contenant de l'éther sulfurique.

Pour avoir la fibreuse de cet organe, il faut le distendre avec de l'air, et, cela fait, on isole facilement la membrane fibreuse en enlevant avec une pince la couche séro-musculeuse.

Je me sers de cet estomac fibreux pour la construction de plusieurs instruments qui manifestent des phénomènes de différentes espèces.

1° On peut l'employer comme instrument parfait de filtration, attendu que cette membrane ne se laisse traverser que par des liquides seulement; aucune des parties figurées des humeurs de l'économie, telles que globules, cellules, corpuscules organiques et inorganiques, ne peut passer au travers des fibres qui constituent sa trame. J'ai filtré du pus, du sang, du lait, de la levûre de bière, des infusions végétales, de l'eau tenant en suspension les granulations infiniment petites des cellules pigmentaires de la choroïde, etc., jamais rien de figuré n'a pu passer avec le produit de la filtration; ce dont j'ai pu me convaincre avec de forts grossissements microscopiques. On comprend l'importance d'un pareil filtre pour connaître quelle est la part d'action qui revient à la partie liquide des virus.

c'est-à-dire à leur sérum, et quelle est celle de leur partie solide comme les granulations et les cellules. M. A. Chauveau, de Lyon, s'est servi de filtres de différentes espèces dans ses expériences d'inoculations de liquides virulents, sans cependant avoir pu isoler entièrement ces deux éléments l'un de l'autre.

2° Avec cette membrane fibreuse on peut observer les phénomènes hygrométriques de l'atmosphère; car, avec ce réservoir, il est facile de construire, comme je l'ai fait, d'excellents hygromètres.

3° Avec ces instruments on peut démontrer la tendance que les tissus ont à tomber dans un certain état statique et à en sortir facilement sous l'influence de l'eau, qui les fait passer à l'état dynamique. Dans ce dernier cas, l'effet produit permet d'obtenir des données très exactes des hygromètres de nature organique.

4° On peut aussi se servir de cette membrane pour étudier le plus ou moins d'élasticité et de ténacité que présentent les tissus suivant leurs différents degrés d'humidité.

5° C'est encore avec cette membrane fibreuse gastrique que l'on voit la grande affinité que les tissus ont pour l'eau et la propriété remarquable qu'ils possèdent de pouvoir présenter un état hygrométrique indépendant du milieu liquide où on les met.

6° Il est facile de démontrer avec ces hygromètres la sensibilité physique des membranes sous l'influence rapide du froid et de la chaleur.

7° Cette membrane, ainsi que le cheveu de l'hygromètre de Saussure, montre que sous l'influence de la sécheresse, depuis 100^{H} jusqu'à 0^{H}, la contraction qui a lieu est loin d'être rigoureusement proportionnelle à la quantité d'eau qu'ils perdent par l'évaporation.

8° Enfin, on peut dire que, pour bien étudier l'endosmose des gaz et des vapeurs, aucune autre membrane ne peut être comparée au sac fibreux de l'estomac de la grenouille.

Telles sont les huit propositions principales qui sont développées longuement dans mon Mémoire et sur lesquelles je vais entrer dans quelques petits détails.

Dans ce résumé je passerai très rapidement sur la manière de construire mes instruments. Je leur ai donné des noms dont l'étymologie est basée sur le pouvoir qu'ils ont de manifester plus particulièrement une ou plusieurs des propriétés que possèdent les tissus non vivants.

Ces instruments sont formés de deux parties principales qui sont : 1° un réservoir membraneux contenant du mercure; 2° un tube de verre qui lui est annexé et sur lequel est tracée une échelle indiquant directement les degrés hygrométriques de l'air atmosphérique.

Le meilleur réservoir est celui qui est fait avec la tunique fibreuse de l'estomac de la grenouille. Cependant les vésicules biliaires de l'agneau et du chevreau fonctionnent passablement bien.

C'est surtout avec l'hygromètre gastrique que l'on pourra noter les variations hygrométriques de l'atmosphère et, grâce à sa longue échelle, on pourra apprécier à l'œil un dixième ou même un quinzième de degré hygrométrique.

C'est avec un de ces instruments, dont la tige aura une certaine longueur, qu'on mettra en évidence la contraction et la dilatation des tissus sous l'influence du froid et de la chaleur. On pourra aussi constater que les données de ces instruments deviendront plus ou moins fausses si, quand on voudra les faire fonctionner, on néglige d'imbiber d'eau leur partie organique.

L'hygromètre de Saussure est excessivement sensible, mais cet instrument est difficile à manier; et, d'autre part, ses degrés sont tellement rapprochés les uns des autres que l'observation se fait avec une certaine difficulté.

L'instrument que je désigne sous le nom d'*élastomètre* (de ἐλαστον, *qui pousse,* et μετρον, *mesure*) n'est, en définitive, qu'un hygromètre avec cette seule différence que l'échelle, au lieu d'être placée dans la direction d'un plan horizontal ou dans une direction ascendante, présente l'aspect d'une volute coudée dont les branches, placées dans la direction d'un plan vertical, ont une direction tantôt horizontale, tantôt ascendante et tantôt descendante. Le mercure, en circulant dans le tube de verre sous l'influence du réservoir qui se contracte par la sécheresse, fait éprouver à la membrane des pressions plus ou moins fortes, suivant les différentes hauteurs où il se trouve par rapport au réservoir.

C'est en faisant fonctionner cet instrument qu'on peut bien étudier l'influence de l'humidité sur l'élasticité des tissus.

Un autre instrument, auquel nous avons donné le nom de *synelcomètre* (de συνελκω, *je resserre,* et μετρον, *mesure*), est aussi une espèce d'hygromètre dans lequel la partie du tube annexée au réservoir présente une tige verticale ayant peu de hauteur, et la portion suivante est contournée de différentes manières dans la direction d'un plan horizontal.

Sur ce tube on peut tracer une échelle hygrométrique ou une échelle centésimale de 100^{H} à 0^{H}, ou bien encore des divisions d'égale capacité contenant chacune un gramme de mercure.

On peut constater avec ces différentes graduations : 1° l'état hygrométrique de l'air ; 2° la force de contraction de la membrane dans toute la longueur de l'échelle hygrométrique, et 3° la diminution de la capacité du réservoir sous l'influence de la sécheresse.

Enfin, le dernier de mes instruments, auquel j'attribue une grande valeur, est celui que j'ai désigné sous le nom d'*osmopneumètre* (de ωσμος, *impulsion*, πνευμα, *souffle*, *gaz*, μετρον, *mesure*).

Cet instrument rappelle beaucoup la forme du synelcomètre. La tige en est cependant un peu plus longue; son réservoir doit être aussi plus grand que celui d'un hygromètre ordinaire.

Le réservoir membraneux contient du mercure, plus l'air et le gaz vers lequel on veut endosmoser un autre fluide.

Le volume d'air ou des corps aériformes qu'on y introduit égale $\frac{1}{10}$ d'un centimètre cube, c'est-à-dire le volume de 10 grammes de mercure. Chaque degré de l'échelle contient un gramme de ce métal.

C'est à l'aide de ces instruments, dont on ne peut avoir une idée exacte qu'en les voyant fonctionner ou en examinant les planches de mon Mémoire, que j'ai obtenu les résultats dont j'ai fait mention en commençant cet exposé.

C'est le moment, maintenant, d'entrer dans quelques petits détails sur les faits les plus intéressants.

PREMIÈRE PROPOSITION. — *Filtration.*

Après ce que j'ai dit sur l'emploi de la fibreuse gastrique comme instrument de filtration, il ne reste que peu de choses à ajouter.

Pour éviter l'évaporation quand on agira sur de très petites quantités de liquides, on devra ne pas manquer de placer le petit filtre sous une cloche contenant de l'air saturé d'humidité.

On peut se servir de cet instrument pour isoler les spermatozoïdes du liquide où ils sont suspendus, et cette humeur, ainsi filtrée, permettra de répéter, dans de bonnes conditions, les expériences de Spallanzani sur la fécondation artificielle des œufs des poissons.

DEUXIÈME PROPOSITION. — *Phénomènes très intimes ayant trait à l'hygrométricité.*

Avec l'hygromètre gastrique, quand le temps est orageux, on peut constater des oscillations mercurielles dans l'étendue d'un ou deux degrés hygrométriques.

Si l'on place le réservoir près des narines, il est influencé par la vapeur d'eau de l'acte respiratoire, et le mercure éprouve des mouvements de recul qui sont isochrones avec l'expiration.

Cet instrument, dans les cas de mort apparente, ne pourrait-il pas être de quelque utilité, si on s'en servait pour constater l'exhalation d'un peu de vapeur d'eau produite par la respiration qui, en apparence, paraîtrait avoir cessé complètement?

Diapnométrie. — Si on place le réservoir dans une petite cloche en verre dont la tubulure est fermée en haut par un bouchon que traverse la tige, on aura un appareil qui, appliqué sur différentes parties de la peau, permettra de reconnaître que la respiration cutanée ne se fait pas au même degré sur toute l'étendue du tégument extérieur, constatation qui, dans certains cas pathologiques, peut avoir une certaine importance.

Cette étude toute particulière et toute nouvelle de la transpiration de la peau avec l'hygromètre gastrique, je propose de lui donner le nom de *diapnométrie* (διαπνοια *transpiration*, et μετρον *mesure*). Cette fonction devra être observée dans l'état de santé et de maladie.

Comme j'ai pu le voir dans plusieurs expériences, la diapnométrie physiologique donnera des résultats bien inattendus au point de vue de la force plus ou moins grande de la perspiration cutanée observée sur différentes parties du tégument extérieur.

La diapnométrie pathologique, appliquée aux cas maladifs si nombreux de la pathologie, donnera, sans aucun doute, au clinicien l'occasion de constater des variations nombreuses dans la sécrétion cutanée, soit en plus, soit en moins, relativement à ce qui se passe lorsque toutes les fonctions du corps s'accomplissent normalement.

Le petit appareil destiné à cette étude, je l'appelle *diapnomètre*.

Il peut devenir, entre les mains du médecin, d'une utilité peut-être aussi grande que le thermomètre, appliqué à la détermination des degrés variés de température que le corps présente sous l'influence de tel ou tel état maladif.

Dans l'étude des états morbides, toutes les grandes fonctions doivent être interrogées avec les instruments de précision que la physique peut fournir au praticien.

C'est ainsi que deviendront de plus en plus sûrs le diagnostic et le pronostic, et, conséquemment, le traitement ainsi basé sur des données certaines sera moins empirique.

Pour bien faire ces observations et pour les rendre comparables entre elles, il faut nécessairement que tous les diapnomètres soient construits de la même manière.

Le récipient en verre dont je me sers a la forme d'une petite cloche, ses dimensions sont : 1° hauteur, 0^m052; 2° diamètre de la base, 0^m032; 3° diamètre de la tubulure, 0^m026.

Un récipient plus spacieux ralentirait l'expérience plutôt qu'il ne la faciliterait.

Le bouchon en caoutchouc destiné à fermer la tubulure et à laisser passer la tige de l'hygromètre doit être canaliculé au centre, et coupé de haut en bas dans toute l'étendue d'un de ses rayons, afin

que, dans cette solution de continuité, on puisse placer convenablement la tige de l'instrument.

L'échelle pourra n'être graduée que de 30 H à 100 H, car on a bien rarement l'occasion de faire ces observations dans un milieu dont l'humidité est moindre que 30 H.

Pour que cette étude ne laisse rien à désirer, il sera très important de mentionner en même temps la température du corps, le nombre des battements du pouls, l'état de vacuité ou de plénitude de l'estomac, et d'indiquer si les différentes parties de la peau qu'on observe ont été préalablement soumises au contact de l'air, ou si elles sont sous l'influence de la chaleur provoquée par une plus ou moins grande quantité d'objets de literie.

L'hygromètre devra être mis tous les matins à l'état dynamique : on attendra, pour le faire fonctionner, qu'il soit en équilibre avec l'humidité de l'air atmosphérique ambiant.

Chaque observation devra durer trois minutes. En commençant, on notera le degré hygrométrique, et, au bout de trois minutes, celui qu'on aura obtenu sous l'influence de la perspiration cutanée. Après chaque observation, on retirera le réservoir de son récipient, on l'exposera à l'air ambiant pendant un quart d'heure, pour qu'il ait le temps de revenir à son premier état d'humidité, puis on pourra s'en servir de nouveau.

Citons une observation prise pendant un léger accès de fièvre intermittente. L'hygromètre étant à 58 H sous l'influence de la respiration cutanée de la paume de la main, j'ai vu, au bout de trois minutes, cet instrument indiquer 90 H; pendant ce court espace de temps, la petite atmosphère du récipient gagna 32° en plus d'humidité.

A l'état de santé, la constatation de la perspiration cutanée faite dans la même région, chez deux individus bien portants, est loin de donner les mêmes résultats, comme on peut le voir en jetant un coup d'œil sur le tableau suivant.

On remarque aussi de grandes variations d'exhalation cutanée quand ces sortes d'expériences sont faites sur la même personne, de région en région.

Ainsi dans deux séries d'expériences diapnométriques faites successivement sur deux individus bien portants, j'ai obtenu en trois minutes les résultats suivants :

	1er sujet d'observation.	2e sujet d'observation.
1° A la paume de la main.....	+ 13 H	+ 38 H
2° A l'avant-bras.....	+ 1 H	+ 3 H
3° A la cuisse	+ 1 H	+ 5 H
4° Au front.....	+ 7 H	+ 8 H
5° A la nuque.....	+ 3 H	+ 6 H

Ces différences doivent dépendre bien probablement du plus ou moins grand nombre des glandes sudoripares, de l'abondance ou de la rareté des vaisseaux capillaires dans le réseau vasculaire de la peau, de l'influence indirecte du système nerveux, etc.

TROISIÈME PROPOSITION. — *Tendance des tissus des hygromètres à tomber dans un certain état statique et à en sortir facilement sous l'influence de l'eau, pour passer à l'état dynamique.*

Si l'on fait fonctionner des hygromètres organiques, peu importe la nature du tissu qui entre dans leur composition, on verra, au bout de quelques jours et même quelquefois dans moins de vingt-quatre heures, les données de ces instruments n'être plus en rapport avec l'état hygrométrique de l'atmosphère; constatation facile à faire avec l'hygromètre condenseur de Regnault.

En effet, nos hygromètres, aussi bien qne celui de Saussure, accuseront plus d'humidité ou moins qu'il n'y en a véritablement dans l'atmosphère. Les tissus réagiront faiblement sous l'influence de la sécheresse ou de la vapeur d'eau; ils tendront à tomber dans l'état que j'appelle statique. Mais, imbibez d'eau ces réservoirs pendant une minute seulement, mouillez le cheveu de l'hygromètre de Saussure avec un petit pinceau ou, encore mieux, laissez séjourner pendant un certain temps cet instrument dans une cloche dont l'air sera saturé d'humidité, et, une demi-heure après environ, et même en moins de temps, exposés à l'air libre ces instruments ayant eu le temps de se mettre en équilibre avec l'état hygrométrique de l'air, fourniront des données relativement très exactes; car si l'échelle est bien graduée, l'hygromètre pourra n'être en retard que de 1 ou 2° seulement, tandis qu'on pouvait, auparavant, constater une différence de 6 ou 7°.

Les tissus soumis au contact de l'eau pendant une ou deux minutes, une ou deux fois par jour, puis exposés à l'influence de la sécheresse, non seulement acquièrent une grande force de contraction, mais encore, quand l'atmosphère vient à se charger d'humidité, ils montrent une aptitude remarquable à en absorber les vapeurs; ce dont on peut se convaincre par l'exactitude des données des instruments hygrométriques.

En résumé, les hygromètres abandonnés à eux-mêmes sont en retard quand ils doivent accuser un état de sécheresse atmosphérique qui va en augmentant, ils le sont aussi quand ils doivent indiquer une humidité croissante; ils ne suivent ainsi qu'à distance les divers états d'humidité de l'atmosphère.

D'où l'on doit conclure que, sous l'influence de l'eau, les tissus se contractent avec plus de force en perdant, peut-être, plus facilement l'humidité qui les imbibe, et d'autre part qu'ils acquièrent une plus grande aptitude à absorber la vapeur d'eau. Ces deux propriétés, ils les perdent bientôt, en partie, s'ils restent un certain temps sans subir le contact direct de l'eau.

QUATRIÈME PROPOSITION. — *L'élasticité et la ténacité varient dans les membranes avec la quantité d'eau dont elles sont imprégnées.*

Si, par un temps de sécheresse, on imbibe d'eau le réservoir de l'élastomètre et qu'on l'expose ensuite à l'air libre, on verra que le mercure ne marche pas régulièrement et que sa vitesse présente des intermittences remarquables, surtout dans la partie de l'échelle comprise entre 100° et 65° environ, c'est-à-dire vers les degrés qui correspondent à une notable quantité d'humidité.

Si on suit avec attention la marche du mercure, on verra que, avant d'atteindre le degré hygrométrique de l'atmosphère, il circule très lentement dans les branches qu'il parcourt de bas en haut et que, au contraire, sa marche est très accélérée dans les parties de l'échelle où il suit une direction descendante.

Dans le premier cas, la hauteur de la colonne de mercure va toujours en augmentant, dans le second cas, nécessairement elle diminue.

C'est la disposition particulière que nous avons donnée au tube de notre *synelcomètre* qui produit tous ces effets.

Il résulte de ces variations successives dans la hauteur de la colonne de mercure, que le réservoir membraneux se trouve tour à tour soumis à de fortes et à de faibles pressions dans toutes les parties de l'échelle hygrométrique, et que, par conséquent, l'élasticité de la membrane, à différents moments, est plus ou moins mise en jeu.

Eh bien, l'élastomètre démontre avec la plus grande évidence que, à mesure que le mercure atteint des degrés indiquant une augmentation de la sécheresse, la marche de ce métal devient de plus en plus régulière, et que ces intermittences de rapidité et de ralentissement tendent à disparaître à mesure que la membrane perd de plus en plus son humidité.

On comprend facilement que ces variations dans la vitesse du mercure dépendent uniquement de la membrane qui supporte un poids d'autant plus fort que la colonne mercurielle s'élève plus haut, et *vice versa,* et qu'alors tout en se contractant toujours sous l'influence

de la sécheresse, son élasticité n'en est pas moins mise plus ou moins en jeu. Ce nouveau phénomène intervenant en même temps que celui de nature hygrométrique vient apporter une certaine perturbation dans la marche à peu près régulière du mercure, telle qu'on la voit sur les hygromètres dont le tube n'a pas la disposition de celui de l'élastomètre.

Quand la membrane arrive à des degrés très marqués de sécheresse, le mercure marche avec la même vitesse aussi bien dans les branches descendantes que dans les ascendantes, parce que le tissu du réservoir a perdu en très grande partie son élasticité.

D'où je conclus que cette propriété dans les tissus non vivants est proportionnelle à la quantité d'eau qui les imbibe.

Les membranes très humides, sous une forte proportion mercurielle, se déchirent dans une direction longitudinale, leur rupture se fait en présentant des lignes rayonnantes quand elles sont très desséchées.

CINQUIÈME PROPOSITION. — *Grande affinité des tissus pour l'eau. — Propriété remarquable qu'ils ont de présenter, dans certaines conditions, un état hygrométrique indépendant de quelques milieux liquides où on les met.*

La quantité d'eau de constitution qui imbibe les tissus pendant la vie est considérable, comme on peut le montrer en citant un seul exemple pris parmi beaucoup d'autres semblables.

Une sangsue, débarrassée du sang qui était contenu dans ses voies digestives, pesait 5 grammes. Desséchée à un haut degré, elle ne pesait plus que 1 gramme. Dans cet état je la fis macérer dans de l'eau pendant vingt-quatre heures, elle pesa 1 gr. 90.

Dans ce cas, les tissus morts, comparés aux tissus vivants, étaient loin d'être imbibés d'eau en égale quantité, car la différence approximative est, comme on le voit, dans la proportion de 2 à 5.

Nous devons conclure, naturellement, que sous l'influence des phénomènes vitaux l'affinité des tissus pour l'eau est plus grande qu'après la mort.

La matière organique non vivante a une propriété bien remarquable; je veux parler du pouvoir qu'elle possède de retenir dans les éléments anatomiques qui la composent une quantité d'eau supérieure à celle qui est mêlée à certains milieux liquides dans lesquels on la place. Nul doute que cette propriété ne se rencontre aussi bien pendant la vie qu'après la mort.

Je vais citer deux exemples qui ne peuvent laisser aucun doute :

Si on prend deux hygromètres à réservoir dont l'un, je suppose, marque 50^{H}, et l'autre 100^{H} par suite de son immersion dans l'eau, et si on vient à placer le réservoir de ces deux instruments dans de l'éther non rectifié, contenant par conséquent un peu d'eau : la membrane de l'hygromètre qui est à 100^{H} en perdra une très petite quantité et accusera 90^{H} ou 92^{H}, mais le réservoir membraneux de l'autre instrument étant notablement desséché, ne prendra qu'une très petite quantité d'humidité à l'éther et ne marquera que 60^{H} ou 65^{H}. On aura donc ainsi deux membranes, plongées toutes les deux dans le même milieu, donnant deux états hygrométriques distants l'un de l'autre de plus de 25°; preuve certaine que, malgré son contact avec l'éther, la membrane saturée d'eau au commencement de l'expérience a pu garder en très grande partie ce dernier liquide, qu'elle avait absorbé au commencement de l'expérience.

A l'appui des résultats de cette expérience, je dois en citer une autre non moins convaincante.

En se servant d'une membrane imbibée d'eau distillée pour filtrer des liquides très salins, on a constaté, après l'opération, que la membrane contenait de l'eau presque aussi pure qu'au commencement de l'expérience, et on a pu en déduire nécessairement que les molécules salines avaient traversé le tissu sans s'y arrêter ni modifier sensiblement l'eau qui l'imbibait. Je ne connais qu'un seul liquide capable d'enlever aux membranes une très grande partie de l'eau dont on les a imbibées : c'est l'alcool. En agissant ainsi sur les tissus, ce liquide volatil passe ensuite très difficilement à travers les membranes, et il en résulte que son endosmose est à peu près nulle.

SIXIÈME PROPOSITION. — *Sensibilité physique des membranes non vivantes sous l'influence du froid et de la chaleur.*

Les preuves nombreuses que nous donnons dans notre Mémoire et qu'il serait trop long de reproduire dans ce résumé, différencient complètement les phénomènes hygrométriques de ceux dont nous allons parler maintenant. En effet, ceux déterminés par le froid et la chaleur sont entièrement indépendants de l'absorption ou de l'évaporation de l'humidité qu'on observe dans la substance organique.

Les phénomènes produits par le froid sont très éphémères, ils durent ordinairement une ou deux minutes et sont bientôt remplacés par ceux d'ordre hygrométrique dont la durée est comparativement beaucoup plus longue.

Pour cette démonstration je vais encore m'appuyer sur quelques expériences.

Si l'on prend deux éprouvettes, qu'on entoure l'une d'elles avec un mélange réfrigérant de glace et de sel marin, et l'autre avec du sable chaud, et qu'on place dans la première le réservoir de notre hygromètre gastrique, immédiatement la membrane entrera en contraction et pourra faire parcourir au mercure une étendue égale à 6 ou 8° hygrométriques. Le même réservoir, placé ensuite dans l'éprouvette contenant de l'air chaud, se relâchera subitement; ses molécules, comme celles des métaux, sous l'influence de la chaleur, s'écarteront un peu les unes des autres, autrement dit le tissu organique se dilatera.

Dans cette dernière partie de l'expérience, si la température dépassait 70° centigrades, il en résulterait un phénomène chimique qui aurait pour conséquence la coagulation des principes albuminoïdes qui entrent dans la composition de la membrane, et celle-ci, au lieu de se dilater, se crisperait avec la plus grande force.

Cette démonstration de la contraction des tissus sous l'influence du froid et de leur dilatation ou de leur relâchement sous l'influence de la chaleur peut se faire en hiver avec encore plus d'évidence quand l'air libre est froid et humide.

En effet, si on expose à ces influences atmosphériques un hygromètre qu'on a préalablement placé dans une chambre dont l'air, je le suppose, est sec et chaud, on verra le mercure progresser d'abord rapidement dans le tube, puis, une ou deux minutes après environ, suivre une marche rétrograde pour marquer la véritable humidité de l'atmosphère.

Des mouvements en sens inverse se produisent quand on place ensuite l'instrument dans la chambre où il était au commencement de l'expérience.

De ces faits, je crois qu'on peut déduire, sans que les rapprochements soient forcés, que la contraction des plus petits vaisseaux capillaires qu'on a constatée, à l'aide du microscope, sous l'influence du froid, doit être aussi de nature physique; car ces petits canaux, comme on le sait, sont entièrement privés de fibres musculaires. Mais il n'en est pas ainsi pour les vaisseaux d'un calibre un peu plus fort; les fibres musculaires y sont nombreuses, et se contractent sous l'influence des nerfs vaso-moteurs, comme les belles expériences de M. Cl. Bernard l'ont si bien démontré. Par conséquent, ces mouvements appartiennent évidemment aux phénomènes de nature vitale.

A l'appui de cette assertion, je vais citer une expérience qui ne laissera aucun doute.

Si on congèle dans toute son étendue une oreille d'un lapin vivant, et qu'on la sépare de la tête avec un fort cautère cultellaire rougi à

blanc, si on agit ensuite de la même manière sur l'autre oreille non congelée, au bout d'une demi-heure, quand ces deux organes auront leur température en équilibre avec l'air ambiant, on verra par transparence que les vaisseaux des deux oreilles contiennent du sang à peu près en égale quantité et que, par conséquent, l'action du froid sur celle qui a été congelée a été à peu près nulle, au point de vue de la diminution du calibre des vaisseaux visibles à l'œil nu.

SEPTIÈME PROPOSITION. — *La contraction des tissus de* 100^{H} *à* 0^{H}, *autrement dit dans toute l'étendue de l'échelle hygrométrique, n'est pas proportionnelle à l'eau qu'ils perdent pour le même nombre de degrés.*

C'est avec le synelcomètre qu'on peut bien faire cette observation; c'est aussi en se servant de la table de correction que Gay-Lussac a faite par rapport aux degrés centésimaux de l'hygromètre de Saussure, qu'on peut vérifier cette irrégularité.

Nous avons représenté, dans notre Mémoire, deux courbes graphiques qui permettent de mesurer, d'un seul coup d'œil, cette irrégularité de contraction qui se produit depuis l'humidité absolue jusqu'à 0^{H}.

On voit que, pour le cheveu, la contraction va toujours en augmentant, mais d'une manière irrégulière, à partir de 100^{H} jusqu'à 0^{H}.

Il n'en est pas tout à fait de même relativement à la membrane de notre synelcomètre; elle se contracte fortement entre l'humidité causée par l'eau et celle produite seulement par l'air saturé de vapeur d'eau, tandis que, pour le cheveu, la contraction entre ces deux états hygrométriques est à peine sensible. On voit que vers 80^{H} la contraction du synelcomètre s'affaiblit notablement pour augmenter jusqu'à 20^{H}, et qu'elle va sensiblement en diminuant jusqu'à 0^{H}.

Ces différences que présentent ces deux courbes dépendent bien probablement de ce que les deux tissus, cheveu et réservoir, sont soumis à une traction et à une pression qui n'ont pas le même degré de force, car la colonne de mercure de 3 centimètres de hauteur qui pèse sur le réservoir du synelcomètre paraît, proportionnellement, plus faible que le poids de 70 centigrammes qui tend le cheveu. Par conséquent, la mise en jeu de l'élasticité n'est pas la même pour ces deux tissus.

Du reste, comme on l'a vu, l'élastomètre démontre que, sous l'influence d'une pression inégale, les degrés hygrométriques varient

beaucoup dans leur longueur. Cela doit donc se produire entre deux hygromètres dont les tissus ne sont pas tendus également.

HUITIÈME PROPOSITION. — *De l'osmopneumètre; son importance dans l'étude des endosmoses des gaz et des vapeurs. — Résultats principaux obtenus avec cet instrument.*

C'est grâce à la membrane fibreuse gastrique de la grenouille que j'ai pu construire l'osmopneumètre, instrument que nul autre ne peut remplacer pour l'étude des endosmoses des corps aériformes.

Agissant comme un filtre à gaz, le réservoir membraneux n'a pas besoin de la pression de la pesanteur pour se laisser traverser par les vapeurs et par les gaz. L'attraction moléculaire et l'affinité que ces corps ont les uns pour les autres, suffisent dans de larges mesures, et leur diffusion se fait ainsi avec une grande facilité.

Ces corps agissent entre eux comme un aimant le fait par rapport à la limaille de fer. D'autre part, ils semblent se jouer de l'obstacle qu'ils ont à traverser quand ils rencontrent cette fine membrane. Ils passent au travers avec une rapidité étonnante qui paraît l'emporter quelquefois, par sa vitesse, sur la brièveté des phénomènes d'une simple diffusion sans interposition de membrane.

Dans le tableau où j'ai consigné plus de soixante-dix endosmoses, on peut voir que dans une même expérience, à l'aide de l'osmopneumètre, il est possible de calculer en même temps la force, la rapidité, la durée de l'endosmose et de l'exosmose.

Les corps aériformes sont sous la dépendance les uns des autres. Tel gaz qui appelle à lui un autre gaz, sera lui-même attiré par un autre qui aura une force d'attraction plus grande que la sienne.

Tous ces corps sont loin d'avoir le même pouvoir attractif. Ainsi, par exemple, un volume d'air peut déterminer l'endosmose de six à sept volumes d'acide carbonique; l'azote n'attirera à lui que $\frac{4}{10}$ de son volume d'oxygène, et l'air deux volumes de protoxyde d'azote, etc.

Mais, je dois le dire tout de suite, un résultat bien inattendu de ces expériences, c'est de voir le gaz azote tenir le premier rang au point de vue de l'attraction, si, toutefois, on ne tient compte que des endosmoses que j'ai faites jusqu'à présent. En effet, je l'ai toujours vu attirer à lui tous les gaz et toutes les vapeurs des liquides volatils qui ont été mis sous son influence. L'oxygène ne fait pas exception à la règle, bien qu'il ait la puissance d'attirer à lui un grand nombre de gaz. *(Voir mon tableau d'endosmoses.)* La

force d'attraction qu'a l'azote sur l'oxygène n'est pas très considérable, mais elle est incontestable.

Le même tableau montre que ce que j'appelle la force, ou le pouvoir, ou l'équivalent endosmotique, varie d'un gaz à un autre.

L'azote, qui, par son attraction, paraît tenir sous sa dépendance tous les autres corps gazeux, agit avec énergie sur les uns et faiblement sur d'autres. Ainsi, il peut attirer à lui cinq fois son volume d'acide carbonique; à l'égard d'autres gaz, il n'en endosmose que $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{5}$ de son volume.

D'autres corps gazeux, contrairement à l'azote, semblent, par la nature même de leurs molécules, soumis à l'attraction de tous les autres gaz. Exemple : l'acide carbonique qui s'endosmose facilement vers les gaz azote, oxygène, hydrogène, vers celui de l'éclairage, etc. Il semble, par conséquent, devoir être placé au bas d'une échelle où les fluides aériformes seraient rangés d'après leur force d'attraction.

Je ne connais que deux gaz qui soient attirés par l'acide carbonique : ce sont l'acide cyanhydrique et le cyanogène.

L'action toxique de ces deux fluides ne dépendrait-elle pas en partie de ce que ces deux corps, étant introduits dans l'économie, auraient de la tendance à retenir l'acide carbonique et à en empêcher l'exhalation ?

En consultant un tableau bien complet et bien exact de la force de l'endosmose des gaz ou des vapeurs, et en expérimentant sur des animaux à sang froid, qui peuvent se passer si facilement d'oxygène pendant un certain temps, le physiologiste pressentira, jusqu'à un certain point, l'action bienfaisante ou nulle ou aggravante que pourront produire les différents gaz qu'il fera agir sur ces animaux asphyxiés ou empoisonnés avec des fluides irrespirables ou toxiques.

Il sera conduit, comme je l'ai été moi-même, à se demander si, en dehors de l'air atmosphérique, il n'y aurait pas quelque autre gaz qui pourrait, dans certains cas, agir favorablement.

Sous l'influence de cette idée, j'ai pris deux grenouilles dans des conditions égales de force et de volume, je les ai asphyxiées en les soumettant pendant un quart d'heure à l'action du gaz acide carbonique. L'une fut exposée à l'air libre de l'atmosphère; elle ne revint à la vie qu'au bout de cinq minutes. L'autre, placée dans un récipient contenant de l'azote, manifesta des mouvements au bout de quatre minutes.

C'est en tenant compte de la force endosmotique de l'acide carbonique vers l'azote, laquelle équivaut à 50°, autrement dit à cinq volumes, que l'on pouvait prévoir le résultat que je viens d'énoncer. *(Un volume d'azote attire à lui cinq volumes d'acide carbonique.)*

Il n'en est pas de même quand des gaz, relativement de bonne nature au point de vue de la respiration, et dont la force d'attraction est très faible, agissent sur des animaux empoisonnés avec des fluides délétères.

Ainsi, j'ai anesthésié à un très haut degré deux grenouilles avec de l'éther sulfurique. Je les ai mises ensuite l'une à l'air libre, l'autre dans l'azote. La première donna quelques signes de vie au bout de cinq ou six heures; et l'autre, au bout de douze heures, restait sans mouvement, sauf de légères contractions du cœur qui se manifestaient à d'assez longs intervalles.

Ce résultat n'a rien de surprenant quand on compare la faible attraction qu'exerce l'azote sur la vapeur de l'éther à celle bien plus puissante qu'il possède à l'égard de l'acide carbonique. *(La force endosmotique de l'éther vers le gaz azote, comparativement à celle de l'acide carbonique vers le même gaz, est dans le rapport de 1 à 9.)*

Il est tout naturel de déduire de ces expériences physiques et physiologiques que, dans le grand phénomène de la respiration, le gaz azote n'agit pas, pour ainsi dire, passivement, comme on l'a dit, en atténuant seulement la trop grande activité de l'oxygène; au contraire, il doit prendre une très grande part au phénomène de l'exhalation de l'acide carbonique, comme le fait aussi en même temps l'oxygène; mais avec cette différence que celui-ci obéit, en outre, à la force attractive des globules sanguins qui l'absorbent, tandis que l'azote en est indépendant.

Dans les actes respiratoires des poissons, c'est l'eau qui remplace l'azote; car mes expériences endosmotiques m'ont démontré que l'endosmose de l'acide carbonique vers l'eau se fait avec une grande rapidité. Ce phénomène paraît s'accomplir aussi bien avec de l'eau qu'on a fait bouillir et qui ne contient, par conséquent, aucun gaz, qu'avec de l'eau qui est saturée d'air atmosphérique. L'endosmose de l'acide carbonique vers l'eau saturée de chlorure de sodium est très manifeste, par conséquent l'eau de mer, par les sels qu'elle contient, ne peut entraver ce phénomène.

On doit donc conclure que ce n'est ni l'azote ni l'oxygène dissous dans l'eau qui déterminent l'exhalation de l'acide carbonique chez les animaux qui ont une respiration aquatique, ou que du moins, s'il n'en est pas tout à fait ainsi, ces gaz jouent dans cet acte physique un rôle très secondaire.

Je ne doute pas non plus que, dans la respiration des plantes, l'azote n'ait une certaine influence sur l'exhalation d'oxygène qui se produit à la lumière, ainsi que sur celle de l'acide carbonique qui a lieu dans l'obscurité.

Je n'ai plus qu'à citer deux expériences pour prouver combien les phénomènes de nature physique jouent un rôle important dans la respiration.

Première expérience. — J'ai mis du sang de bœuf dans deux éprouvettes. Dans l'une j'ai rendu le sang artificiellement artériel en le faisant traverser par un courant d'oxygène; dans l'autre j'ai dirigé un courant d'acide carbonique qui lui donna le caractère veineux. Si l'on plonge dans chacune de ces éprouvettes la partie membraneuse d'un osmopneumètre, réservoir très spacieux et rempli d'air aux trois quarts; on voit alors qu'une partie du gaz acide carbonique du sang veineux s'endosmose en peu de temps vers l'air du réservoir, et que le mercure circule lentement dans le tube, tandis qu'on ne constate aucun indice d'endosmose avec l'autre instrument dont le réservoir baigne dans le sang artériel.

Deuxième expérience. — Enfin, pour mettre ce phénomène encore plus en évidence, j'ait fait une autre expérience avec un petit appareil représenté dans la dernière planche de mon Mémoire.

Il est composé essentiellement d'un estomac fibreux de grenouille d'une grande capacité. On y met 4 ou 5 grammes de mercure qui n'a d'autre destination que de lester ce réservoir.

Au col de la poche membraneuse est annexé un tube recourbé dont l'extrémité plonge dans une éprouvette contenant de l'eau de chaux. Le réservoir membraneux, mouillé et distendu avec de l'air, est placé dans un récipient où arrive un courant d'acide carbonique. On a ainsi un petit appareil dont le réservoir organique peut être comparé à une vésicule pulmonaire; le gaz acide carbonique qui l'entoure représente celui qui se trouve dans le sang du poumon.

Quand la membrane entre en fonctions, l'acide carbonique circule dans le tube, puis arrive au fond de l'éprouvette, et on voit ses bulles monter peu à peu jusqu'à la surface de l'eau de chaux et la blanchir un peu en se combinant avec la chaux pour former du carbonate de chaux.

Après l'expérience, ce gaz qui a été pris par la chaux peut être mis facilement en liberté si on verse dans l'éprouvette quelques gouttes d'acide.

Ne peut-on pas encore comparer la fonction de cette dernière partie de notre petit appareil à l'opération d'un chimiste qui analyserait les produits de la respiration?

Dr L. LE FORT,

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

Sur le glaucôme aigu.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

Messieurs,

En prenant la parole devant vous, je dois tout d'abord m'excuser de deux choses; je viens soumettre à votre appréciation des idées plutôt que des faits, et ces idées ne sont pas tout à fait inédites, ni même nouvelles, puisque je les ai émises en 1865 devant la Société de chirurgie. Cependant si je reviens sur ce sujet, c'est qu'il y a sept ans ces idées n'étaient absolument que théoriques, tandis que je puis aujourd'hui les appuyer de quelques faits, trop limités il est vrai, mais qui cependant m'ont paru avoir une certaine importance.

Je désire vous parler du glaucôme aigu, en m'occupant surtout du mécanisme par lequel sont produits les symptômes qui caractérisent le mieux cette maladie.

J'élimine tout d'abord le glaucôme chronique et je crois qu'on est en droit de regretter que de Graefe ait donné à la maladie, qu'il a le premier fait connaître, une dénomination qui expose à une confusion regrettable, car le glaucôme aigu diffère, sous presque tous les rapports, de cette affection de l'œil décrite depuis si longtemps et qui tirait son nom de la teinte particulière que l'altération des milieux de l'œil donnait aux parties profondes visibles au travers de l'ouverture pupillaire. Je n'entrerai pas non plus dans l'examen de cette grave question, de savoir si l'on n'applique pas trop souvent le nom de glaucôme inflammatoire aigu à des affections oculaires de nature très diverse. J'ai visité les cliniques spéciales de Graefe, de Arlt, de Bowmann, à Berlin, à Vienne, à Londres, et j'y ai vu bien des fois donner le nom de glaucôme et appliquer, comme traitement, l'iridectomie à des affections qui avaient entre elles des dissemblances considérables. Je ne veux parler ici que du glaucôme tel que nous l'a décrit Von Graefe, de cette maladie caractérisée par la tension considérable du globe de l'œil, par les douleurs périorbitaires, la dilatation de la pupille, l'augmentation ou l'apparition de la presbyopie, le trouble des humeurs aqueuse et vitrée, la perte rapide, graduelle ou presque instantanée de la vision, et surtout l'excavation de la papille optique, se traduisant par le crochet que forment les vaisseaux au niveau du bord de la papille excavée.

On peut expliquer l'existence de presque tous ces symptômes par une augmentation de la pression intra-oculaire ; mais, s'il est facile de montrer que cette pression anormale et exagérée existe, il est plus difficile de montrer comment et par quoi elle est produite. L'opinion la plus généralement adoptée est celle de Von Graefe. Par suite de causes dont je n'ai pas à m'occuper ici, il y a hypersécrétion d'humeur vitrée, ou transsudation séreuse mélangée à cette humeur. Sous l'influence de l'excès de pression que détermine cette augmentation du volume, le cristallin et l'iris sont repoussés en avant, le nerf optique, au contraire, est refoulé en arrière et s'excave au niveau de la papille. Étudions d'abord ce dernier symptôme.

Une simple dépression au niveau de la papille ne pourrait produire les phénomènes qu'on constate à l'ophthalmoscope, car on verrait les vaisseaux papillaires décrire une courbe, mais continuer directement et sans interruption leur trajet sur le bord et en dehors de la papille. Or, ce n'est pas cela qui existe ; la continuité apparente n'existe plus, les vaisseaux semblent interrompus, ne restent pas sur le même plan, et l'on ne peut expliquer ce fait qu'en admettant qu'ils échappent à l'observation sur une partie de leur trajet, qu'ils décrivent un crochet ; en un mot, que la circonférence de la papille optique forme un cercle plus étroit que ne l'est l'évasement de la papille, en arrière de cette sorte de bride circulaire. En un mot, si l'on peut employer cette comparaison, la papille aurait à peu près la forme d'un verre à ventouse dont l'ouverture, plus étroite que le reste du verre, représenterait la circonférence de la papille.

Comment admettre cette forme si extraordinaire produite par un simple refoulement du nerf, comment expliquer que la circonférence de la papille ne se laisse pas distendre, tandis que son centre ou plutôt les parties comprises entre le centre et la circonférence se laissent déprimer, non pas seulement d'avant en arrière, mais même latéralement.

Il est un autre phénomène que la théorie de Von Graefe explique moins bien encore. L'iris est porté en avant. Cela se comprend, lorsqu'on admet que la pression est produite par une force agissant du centre vers la périphérie de l'œil ; mais ce qui ne se comprend plus, c'est l'aplatissement de la cornée, aplatissement qui se traduit par une augmentation de l'hypermétropie. Si la pression tient à un accroissement du volume du corps vitré, elle doit avoir pour effet de presser sur tous les points de la cornée, sur son centre comme sur sa circonférence, de la pousser en avant, et, par conséquent, de la rendre plus convexe.

Je ne veux même pas demander où sont les preuves de cette

hypersécrétion se faisant à l'intérieur de l'hyaloïde, on sait ce que valent, en pareille matière, les pesées et les mensurations.

Mais Von Graefe n'a pas seulement fait connaître l'existence du glaucôme aigu, il a même imaginé une opération qui en constitue le principal, sinon l'unique traitement : c'est l'iridectomie, cette opération que le *Dublin quaterly Journal* décrivit un jour sous ce titre de l'*Iridectomie épidémique*, tellement elle était prodiguée dans les cliniques spéciales. Aujourd'hui encore, l'iridectomie est l'opération favorite de beaucoup d'ophthalmologistes, et lorsqu'on parcourt, en France et à l'étranger, les cliniques spéciales, on voit que l'opération est prodiguée sans trop de raisons, et l'on peut dire que lorsqu'ils ne savent pas trop bien à quoi ils ont affaire ni à quel traitement rationnel ils pourraient recourir, un trop grand nombre de spécialistes pratiquent l'iridectomie.

Quelque abus qu'on puisse faire de l'opération, il faut reconnaître qu'elle produit d'excellents effets dans le glaucôme aigu; mais il a été toujours impossible à Von Graefe et à ses imitateurs de donner une explication à peu près satisfaisante du mode d'action de l'iridectomie. Dire qu'elle diminue la pression intra-oculaire, qu'elle arrête l'hypersécrétion séreuse, c'est prendre l'effet pour la cause. Von Graefe, avec sa vaste expérience et son puissant esprit d'observation, n'avait pas tardé à remarquer que l'iridectomie ne produit d'effet utile que si la section porte sur toute la hauteur de l'iris et que la circonférence ait été atteinte. Mais il ne put encore expliquer pourquoi l'iridectomie partielle ne réussissait pas. Je crois pouvoir donner la raison de ces faits inexpliquables, et j'espère vous montrer que le glaucôme n'est pas dû à une hypersécrétion dans l'humeur vitrée, mais à une scléro-choroïdite avec épanchement séreux, qu'on peut rapprocher de la pleurésie aiguë avec épanchement pleural.

La choroïde et la sclérotique interceptent entre elles une cavité virtuelle dont les parois ont toute la physionomie des membranes séreuses, cavité limitée en arrière par l'adhérence de toutes les membranes de l'œil au niveau de l'entrée du nerf optique dans le globe oculaire, en avant par l'adhérence de la sclérotique et de la choroïde au niveau de l'attache antérieure du muscle ciliaire. Supposons un épanchement dans cette cavité, que va-t-il se produire? L'inextensibilité de la sclérotique reportera la pression du côté de la choroïde, celle-ci sera repoussée dedans, se rapprochant du centre de l'œil; mais comme en arrière au niveau de la circonférence de la papille la choroïde est adhérente à la sclérotique, elle conservera ses rapports, tandis qu'en avant de ses adhérences, c'est-à-dire au niveau même du bord de la papille, elle formera un bourrelet, qui

cachant la circonférence de la papille qu'il déborde, viendra cacher en même temps une partie de la longueur du vaisseau, lui fera décrire un crochet, interrompra leur continuité apparente et donnera naissance à ces phénomènes ophthalmoscopiques que nous connaissons sous le nom d'excavation de la papille.

Ce phénomène, je puis le démontrer expérimentalement. J'ai fait construire sur d'assez grandes dimensions un œil artificiel, dans lequel la sclérotique est représentée par une portion de sphère métallique dans la partie antérieure de laquelle est enchâssée une lame de verre représentant la cornée. Cette sphère est divisée en deux parties au niveau qui correspondrait dans l'œil à la zone ciliaire. Le segment antérieur est rattaché au postérieur par un cercle en caoutchouc de manière à permettre, sous une assez forte pression, la translation légère en avant du segment cornéen. En arrière, au niveau de l'entrée du nerf optique, la sphère de cuivre est percée d'une ouverture dans laquelle s'engage une sorte de clou dont la tête large et aplatie représente la papille. Ce petit disque serre contre l'ouverture une sphère creuse en caoutchouc extrêmement mince laquelle représente la choroïde, et en avant cette choroïde artificielle adhère au pourtour de la sphère métallique sclérotical. Il existe donc une grande cavité centrale qu'on remplit d'eau par un canal creusé dans l'intérieur du clou qui représente le nerf optique et la papille. La sphère de cuivre porte latéralement un ajutage fermé par un robinet au moyen duquel on peut injecter de l'eau entre la face externe de la choroïde et la face interne de la sphère métallique. Or, lorsqu'on pratique cette injection, on voit le segment cornéen se porter en avant et la choroïde, repoussée en dedans, former un bourrelet qui cache la circonférence du disque papillaire, et si l'on a eu le soin de peindre sur le disque et sur la choroïde de caoutchouc des traits sinueux, représentant des vaisseaux, on observe tous les phénomènes qu'on retrouve dans l'excavation glaucomateuse de la papille optique.

L'existence d'un épanchement dans la séreuse scléro-choroïdienne permet d'expliquer également l'aplatissement de la cornée, malgré l'augmentation de la pression intra-oculaire. La pression se fait, dans ce cas, non plus du centre vers la circonférence, mais, au contraire, de la circonférence vers le centre; pour la choroïde et les milieux de l'œil, elle ne se fait excentriquement que pour la sclérotique, et seulement jusqu'au niveau de la zone ciliaire. L'œil ne tend pas à s'accroître dans tous ses diamètres, mais seulement dans les diamètres transversaux; la circonférence de la cornée est sollicitée surtout à s'étendre, puisqu'elle est attirée par la traction énergique de la

sclérotique, traction plus forte que n'est la proportion indirecte due aux milieux refoulés par la choroïde, et l'on comprend que la chambre antérieure puisse être diminuée en même temps que la cornée a perdu de sa convexité.

L'existence de l'épanchement, dans cette cavité close scléro-choroïdienne, explique également le mode d'action de l'iridectomie. Elle fait plus, elle explique pourquoi l'on ne réussit pas par une iridectomie incomplète, pourquoi le procédé d'Hancock a donné d'aussi bons, sinon de meilleurs résultats que l'iridectomie.

Dans l'iridectomie, telle qu'on la pratique pour le glaucôme, le couteau lancéolaire pénètre à travers la sclérotique, à une distance de la cornée un peu plus grande que lorsqu'il s'agit de pratiquer une pupille artificielle. La ponction est faite, en général, à plus d'une ligne au delà de la circonférence extérieure de la cornée. De plus, comme la lame du couteau est plate, l'incision est rectiligne, de telle sorte qu'à ses extrémités elle s'éloigne de la cornée de trois lignes environ. Or, par cette incision, et surtout par suite de la traction opérée sur la grande circonférence de l'iris lorsque le lambeau irien a été saisi et a été amené au dehors, on ouvre, à sa partie la plus antérieure, la cavité scléro-choroïdienne, siége de l'épanchement séreux qui cause la compression et les phénomènes qu'elle entraîne à sa suite, et l'on donne issue à la sérosité, sans même s'en rendre compte, cette sérosité se confondant avec l'humeur aqueuse s'écoulant par l'ouverture faite à la sclérotique. Aussi, lorsqu'au lieu de s'éloigner suffisamment de la cornée on s'en rapproche, lorsqu'on n'enlève qu'une faible partie de la hauteur de l'iris, on n'ouvre pas la cavité séreuse sclératicale, et l'iridectomie n'amène qu'un soulagement momentané.

C'est par le même mécanisme qu'agissait l'opération de Hancock. Ce chirurgien attribuait la maladie à une contraction spasmodique du muscle ciliaire, analogue, dans ses effets, à la contraction du sphincter anal dans la fissure à l'anus, et il se proposait de guérir le spasme par l'incision du muscle ciliaire. La théorie a été justement repoussée, mais, ainsi que je l'ai montré, en 1865, à la Société de chirurgie, les résultats ont été excellents toutes les fois qu'il s'agissait d'un véritable glaucôme aigu, pourquoi? Cela se comprend facilement; car en débridant la sclérotique, en coupant le muscle ciliaire avec la pointe d'un couteau à cataracte, Hancock ouvrait la loge scléro-choroïdienne plus souvent encore qu'on ne l'ouvre par l'iridectomie.

J'ai montré comment l'accumulation de sérosité entre la choroïde et la sclérotique rend compte de la tension oculaire, de l'excavation

de la papille optique, du refoulement en avant de l'iris, coïncidant avec l'aplatissement de la cornée. On comprend facilement des douleurs oculaires, des troubles visuels survenant dès le début, alors même qu'il n'y a pas encore d'épanchement, ainsi que cela s'observe dans la pleurésie; on comprend l'apparition des douleurs périorbitaires, si vives lorsque l'épanchement a eu lieu; l'atrophie de la choroïde, quand la maladie a duré longtemps, ou l'extension de l'inflammation à toutes les parties de l'œil, et consécutivement la perte complète de l'organe.

Toute théorie, pour être acceptable, demande la confirmation des faits. Cet épanchement a-t-il été constaté? A-t-on obtenu la guérison par l'évacuation de la collection séreuse scléro-choroïdienne? Je puis, aujourd'hui, répondre par l'affirmative.

Bien qu'ayant émis ces idées en 1865, je fus longtemps sans avoir l'occasion de les appliquer. Les cas de glaucôme sont plus rares qu'on ne le croirait en voyant le nombre d'iridectomies pratiquées dans les cliniques spéciales; et comme, pour alimenter les cliniques, il faut des malades, de nombreux émissaires errant autour du bureau central détournent de nos hôpitaux le plus grand nombre des individus affectés de maladies des yeux. Les conditions étant un peu autres pour moi, cette année, à l'hôpital Lariboisière, j'ai pu agir conformément aux idées théoriques que je m'étais faites du glaucôme aigu. Le premier malade qui se présenta à mon observation était un jeune homme de vingt-six ans, entré à l'hôpital le 12 janvier 1872. Il était atteint, depuis quelques jours seulement, de douleurs périorbitaires, tension de l'œil, excavation de la papille, un peu difficile à constater par suite d'une photophobie très notable accompagnée de larmoiement, léger trouble de l'humeur aqueuse, dilatation de la pupille, obscurations passagères de la vue, alternant avec des éblouissements, irisation de la lumière artificielle; on trouvait, en un mot, les symptômes normaux du glaucôme aigu. J'hésitai cependant avant de me décider à ponctionner par la sclérotique. J'appliquai d'abord cinq sangsues à la tempe; deux jours après je fis des scarifications sur la conjonctive en même temps que j'employai les onctions belladonnées périorbitaires et les opiacés à l'intérieur. N'obtenant aucun résultat, et la vue qui allait en s'affaiblissant étant presque complètement perdue, au point que le malade ne pouvait que distinguer l'emplacement occupé par les fenêtres, je pratiquai la ponction. Elle fut faite un peu en avant du diamètre transverse de l'œil et à la partie externe entre les muscles droits supérieurs et externes. Je me servis d'une large aiguille à cataracte. Dès que la sclérotique eut été traversée, je tournai l'aiguille entre

mes doigts pour écarter les lèvres de l'incision ; il jaillit hors de l'œil une quantité notable de liquide, qui souleva la conjonctive et forma une petite tumeur de la grosseur d'un très gros pois vert. L'aiguille retirée, le liquide s'écoula au travers de la ponction conjonctivale, et nous pûmes constater qu'il était limpide, tout à fait séreux, et que nous n'avions pas affaire à l'issue d'une partie du corps vitré. Quelques instants après la ponction, le malade éprouva un soulagement considérable ; à la visite du lendemain, la tension oculaire, les douleurs périorbitaires avaient disparu ; la vue s'était assez améliorée pour que le malade pût reconnaître les objets qu'on lui montrait. Le lendemain, l'amélioration était telle que l'opéré pouvait lire les gros caractères d'imprimerie. Quinze jours après, il quittait l'hôpital parfaitement guéri, assez complètement même pour qu'il ait pu, pendant plus d'un quart d'heure, se soumettre aux explorations ophthalmoscopiques de plusieurs personnes.

J'ai eu d'autres faits, car j'ai été encouragé à pratiquer la ponction sclératicale par le bienfait amené par la première opération ; mais les cas étaient moins favorables à la démonstration de la théorie par suite de l'ancienneté de la maladie.

J'ai pu constater dans trois autres circonstances cet écoulement de liquide séreux après la ponction ; mais il ne s'agissait pas de glaucômes francs, aussi ne vous rapporterai-je pas en détail ces observations. Celle que je vous ai citée suffit à montrer qu'il est des cas où la théorie est pleinement justifiée. J'ai tenu à la produire devant vous pour appeler votre attention sur un point important de pratique. L'expérience seule pourra montrer si je suis ou non dans la vérité, en vous proposant cette nouvelle théorie du glaucôme aigu et un traitement conforme aux idées théoriques, la paracentèse de la séreuse scléro-choroïdienne.

Dr Auguste VOISIN.

Études d'histologie pathologique dans la folie simple.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

MESSIEURS,

Je ne vous ferai pas un exposé complet des lésions cérébrales que l'on trouve dans la folie. Je me bornerai à vous dire aujourd'hui ce que j'ai observé dans la folie simple. Il ne sera pas question de paralysie générale.

Les altérations doivent être étudiées dans les vaisseaux, dans le tissu nerveux même, c'est-à-dire dans les cellules, dans les tubes et dans la substance amorphe d'apparence granuleuse.

1° Altérations des vaisseaux.

Les lésions que j'ai rencontrées dans les vaisseaux consistent : en état athéromateux, en amas d'hématosine et d'hématine dans les parois, en dilatations ampullaires, en anévrismes miliaires, en obstructions, en infarctus, en nécrose et en fragmentation.

L'état athéromateux, les amas d'hématine et d'hématosine sont les lésions les plus fréquentes; j'ai observé le premier dans les plus petits capillaires, et les seconds dans les capillaires qui ont encore une gaîne lymphatique.

L'état athéromateux ne se voit le plus ordinairement qu'au microscope; cependant il y a des aliénés chez lesquels la lésion vasculaire est généralisée à tout l'arbre artériel. L'état athéromateux est surtout abondant aux bifurcations; il occupe rarement toute l'étendue d'un capillaire; cependant certains capillaires sont altérés dans toute leur longueur; les dépôts athéromateux obstruent plus ou moins le canal vasculaire et débordent d'une façon variable la paroi.

Les lésions athéromateuses sont la cause du troisième genre de lésions, à savoir, des dilatations ampullaires; on voit très nettement, sur certains vaisseaux, toute la série de modifications de forme et d'altérations que subit le capillaire pour céder sur un point, et présenter la dilatation en ampoule.

Cette dilatation ampullaire est elle-même suivie du quatrième genre de lésions, de la disposition anévrismale que j'ai rencontrée dans plusieurs cas.

Le cinquième genre de lésions vasculaires que j'ai rencontrées consiste en obstructions par une matière granuleuse, pigmentaire, qui cache entièrement la lumière du vaisseau, qui lui fait une sorte de manchon, le déborde et se répand dans la substance environnante.

Le sixième genre est caractérisé par des infarctus.

Le septième et le huitième genre, que je n'ai observés que chez des individus aliénés depuis vingt-six ans et plus, sont les conséquences des obstructions vasculaires.

Les vaisseaux, ne recevant plus de sang, meurent nécessairement et arrivent à se fragmenter. On voit alors sous le microscope des morceaux de vaisseaux brun noirâtre, d'autres de couleur fumée très légère, sans lien les uns avec les autres, dont le contour est irrégulier et dont les extrémités sont déchiquetées. Ces fragments sont peu

transparents; mais le peu de transparence n'empêche pas de voir dans les parois de très petits points noirs.

Je n'ai pas encore fait une autopsie d'aliéné simple sans rencontrer une des lésions que je viens d'énumérer, alors même que la maladie ne remontait pas à plus de trois mois.

2° *Altérations du tissu nerveux cérébral.*

Je les ai étudiées dans les cellules et dans les tubes.

Je ne reviendrai pas ici sur la description des cellules, que j'ai déjà présentée dans mes leçons cliniques (1) et à la Société médico-psychologique (2); mais je crois pouvoir affirmer que toutes ces lésions sont le résultat des altérations vasculaires que je vous ai exposées.

Voici comment je comprends la physiologie pathologique des lésions.

Il y a d'abord dyscrasie, puis diminution, puis suppression de l'alimentation des cellules, et, enfin, véritable gangrène des éléments nerveux. Voyez, en effet, ces dessins qui représentent ces lésions à différents degrés. Le dernier degré auquel elles aboutissent est bien une véritable nécrose de la cellule cérébrale, qui arrive à n'être plus qu'un corps isolé dans la substance nerveuse, à perdre sa couleur, sa forme, à se ratatiner et à être un véritable corps étranger.

J'ai été longtemps avant de reconnaître, sous le microscope, cette lésion terminale; je voyais, dans la substance corticale des aliénés chroniques, des corps d'un brun foncé, luisants ou très pigmentés, complètement isolés, irrégulièrement arrondis et présentant toujours dans une partie de leur contour une petite pointe. Ces corps résistaient à l'action de l'acide acétique, de l'éther. Ce ne pouvaient être des dérivés du sang, des corps de Gluge.

D'autres examens me montrèrent des états intermédiaires entre cette lésion terminale et la lésion du deuxième degré.

Je vis des restes de cylinder axis tout recroquevillés, atrophiés, adhérant encore à ces corps au niveau de leurs extrémités anguleuses, et enfin il était rare qu'à travers leur couleur brunâtre, je n'aperçusse pas un noyau et son nucléole.

C'est ainsi qu'après bien des tâtonnements, je suis arrivé à me rendre compte de la véritable nature de ces corps.

Les lésions des tubes devaient aussi provoquer mes recherches; elles sont, en effet, intéressantes à plus d'un point de vue et mèneront, ainsi que celles des cellules, à connaître la localisation des facultés cérébrales.

(1) *Union médicale*, 16 septembre, 23 octobre et 23 décembre 1869; 29 février 1872.
(2) *Annales médico-psychologiques*, mar 1870.

Depuis six mois que mes études ont porté sur ce dernier point, j'ai déjà observé deux fois des altérations des tubes. Les lésions ont consisté dans ces deux cas en dégénération graisseuse du cylindèr, en atrophie partielle et en apparence moliniforme du tube.

Cet état pathologique a été bien vu dans un de ces deux cas, chez un sujet atteint de folie symptomatique, par M. Hanot, interne de mon service.

L'étude des lésions des tubes nerveux, les altérations des cellules, peuvent, dans ma conviction, conduire aux découvertes les plus inattendues sur la physiologie du cerveau et sur la localisation des facultés.

Cette idée générale des altérations cérébrales dans la folie simple posée, il me reste à vous exposer en détail quelques-uns des faits les plus caractéristiques.

Je joindrai à la description les dessins qui représentent les lésions, et qui ont été faits sur des pièces fraîches, sans aucune préparation, ou après macération, pendant vingt-quatre heures, dans une solution d'acide chronique au 1/3500, par M. Bion.

Voici un premier fait de folie de cause morale, où les lésions sont évidentes :

1er Fait. — Folie lypémaniaque de cause morale. — Lésions vasculaires. — Anévrismes miliaires. — Dilatations ampullaires.

Dech..., cinquante ans. Pas d'antécédents héréditaires. Bonne santé jusqu'à il y a trois ans, où elle a perdu une forte somme d'argent. Quelques heures après, perte de connaissance, vomissements, puis suppression de la faculté de parler pendant deux heures et hébétude pendant quinze jours. A partir de cette époque, elle n'a jamais parlé raisonnablement, puis elle a fait des actes extravagants ; elle a mis le feu chez elle, a jeté des chaises par les fenêtres, etc.

Elle se présenta à moi avec les apparences de la lypémanie, parlant tout bas, me disant qu'elle était malheureuse.

Elle est morte, au bout de dix-huit jours, de cachexie produite par de la dysphagie qu'a amenée un énorme goître. Aucun phénomène d'asphyxie.

Autopsie. — Pas d'altérations appréciables des artères de la base.

Un certain nombre de coupes du *cerveau* montrent 1° des lacunes plus ou moins étendues qui se creusent sous le filet d'eau, 2° de petits foyers de ramollissement blanc, et même un qui logerait une noix. On trouve plusieurs anévrismes miliaires à la surface des circonvolutions et même dans l'épaisseur du cerveau. Pas d'adhérences des méninges avec la substance corticale.

L'examen à l'état frais d'un certain nombre de parties du cerveau montre sous le microscope des lésions athéromateuses, des épaississements, des dilatations ampullaires des capillaires, et des altérations des cellules aux trois degrés.

L'examen des parties durcies par l'acide chromique et traitées par l'acide chromique permet d'affirmer qu'il n'existe pas de prolifération du tissu conjonctif.

Pas d'altérations d'autres parties du système artériel; poumons, cœur, foie normaux. *(Pl. XIV, fig. 1, 2, 3, 4, 5.)*

Le deuxième fait est aussi significatif que le premier au point de vue des lésions et au point de vue de la cause, qui a été purement morale.

2me Fait. — Folie de cause morale (Siége et Commune). — Lésions hypérémiques simples.

Gris..., quarante-quatre ans. Femme névropathique. Ascendants et collatéraux extravagants.

Après avoir été très impressionnée par le siége de Paris, cette malade a été terrifiée par les massacres de la rue Haxo qui se sont passés dans le voisinage de sa demeure et effrayée par des perquisitions faites par les insurgés dans sa maison pour y chercher son mari. A partir de ce moment, elle a dit continuellement à son mari : « On va venir nous voler, emporter nos meubles. » Elle a négligé son ménage, elle ne faisait plus sa cuisine. Un soir elle n'est pas rentrée chez elle. Revenue dans la nuit, elle parlait de pétrole, en mit même dans la soupe de son mari..... et s'est alitée.

Elle a eu des hallucinations terrifiantes de l'ouïe. Elle s'est refusée à manger pendant six semaines et m'a été amenée, après ce laps de temps, dans un état de marasme causé par l'inanition.

L'état de folie était de la lypémanie avec stupeur, interrompue quelquefois par de l'agitation maniaque. Mort au bout de cinq jours.

Autopsie. — Rien de particulier dans les poumons, le cœur, le foie, les intestins, les reins.

Cerveau. — Hypérémie des méninges supérieures. Turgescence des veines de la convexité. Quelques adhérences des méninges supérieures avec les circonvolutions : première frontale, première et deuxième pariétales, à leur partie la plus interne. Beaucoup de taches sur les méninges, d'un blanc jaunâtre, au niveau des circonvolutions pariétales.

Une coupe horizontale du cerveau passant à 2 centimètres au-dessous de la partie supérieure, montre une couleur ardoisée au-dessous de la portion la plus interne des circonvolutions fronto-pariétales, sur une longueur de 4 centimètres.

Au microscope, altérations granulo-graisseuses des capillaires des circonvolutions pariétales. Lésions à divers degrés des cellules cérébrales.

Les taches des méninges sont constituées par des dilatations ampullaires des vaisseaux, des amas d'hématosine, d'hématine, des fragments de vaisseaux nécrosés. Pas de prolifération du tissu conjonctif.

Le troisième fait est un exemple de folie sensorielle où les altérations sont manifestes.

3e Fait. — Folie sensorielle caractérisée par des hallucinations, de l'agitation maniaque, et, finalement, par de l'incohérence et de la démence.

At..., trente-deux ans. Pas d'antécédents héréditaires. Antécédents morbides. Deux affections aiguës du jeune âge, accompagnées de délire.

A vingt-deux ans, peu après son mariage avec un homme brutal, qui la battait, extravagances, chants à tort et à travers. Ces phénomènes ont continué depuis.

A trente ans, aliénation caractérisée par des hallucinations de l'ouïe, agitation maniaque. Placée dans un établissement d'aliénées, l'agitation, les hallucinations, l'incohérence prédominèrent. Les mouvements étaient brusques et impétueux. La parole était très rapide et nette. Les pupilles égales, contractiles. Jamais de fièvre.

La mort survint subitement, à l'âge de trente-deux ans, à la suite de la prise, par erreur, d'une dose d'un médicament toxique.

Autopsie. — Les méninges cérébrales étaient presque entièrement saines, sauf qu'il existait sur l'arachnoïde viscérale une dizaine de taches blanchâtres. Aucune adhérence avec la substance corticale.

Le cerveau pesait 1,040 grammes; avec le bulbe, la protubérance et le cervelet, 1,170.

La substance grise de la première circonvolution pariétale gauche présentait, en plusieurs points, une teinte blanchâtre et la confusion des zones. Rien de particulier à la vue dans les circonvolutions frontales. La moitié postérieure de la couche optique droite offrait un piqueté vasculaire très notable et des pertuis de vaisseaux trois à quatre fois plus larges que normalement.

La face postérieure du quatrième ventricule avait une teinte grisâtre qui masquait la plupart des fibres du nerf auditif; elle était parcourue par des houppes vasculaires et présentait à l'endroit du bec et de chaque côté de la ligne médiane, deux plaques grisâtres symétriques, longues de 6 millimètres, larges de 2 au maximum, et dans lesquelles se perdaient un certain nombre de fibres du nerf auditif. Une coupe d'avant en arrière, pratiquée au niveau de ces plaques, montrait que la lésion se prolongeait à 2 millimètres 1/2 de profondeur, et que, vu par transparence, le tissu y avait une couleur nettement gommeuse.

Rien de particulier dans la protubérance. On ne voit pas d'artères athéromateuses.

Le cœur, les poumons étaient sains.

La moelle était notablement plus petite que normalement.

Examen microscopique :

1° A l'état frais : A. Substance grise de la première frontale gauche. Les parois de plusieurs vaisseaux étaient granulo-graisseuses par places. Corpuscules ganglionnaires sains. — B. Substance grise de la première pariétale gauche. Altérations granulo-graisseuses dans plusieurs vaisseaux, surtout aux bifurcations. A côté de cellules saines, il en était d'altérées au troisième degré, dont on voyait encore le noyau.

— C. Substance grise de circonvolutions occipitales. Mêmes lésions. Quelques cellules altérées au troisième degré apparaissaient dans la préparation comme des taches brunâtres.

2° Après séjour de onze jours dans solution d'acide chromique au millième : A. *Portion* de substance blanche du lobe occipital gauche, sous-jacente (2 centimètres) de la substance grise altérée. Plusieurs tubes présentaient dans leur intérieur des amas granulo-graisseux jaunâtres, qui paraissaient remplir complètement la gaîne et empêchaient de distinguer le cylindre d'axe. Les tubes n'étaient pas variqueux. On ne voyait rien de semblable dans d'autres points voisins de ceux où la substance grise n'était pas altérée.

3° Après macération pendant un mois dans une solution d'acide chromique à 4/1000, puis dans l'alcool ordinaire pendant vingt-quatre heures, dans le carmin, dans l'alcool absolu pendant quatre heures; dans la térébenthine pendant dix minutes : A. Une portion de substance blanche d'une circonvolution occipitale présentait en deux points des espaces limités par des faisceaux de fibres, mais qui en sont complètement dépourvus, et où l'on ne voyait que de la matière amorphe. — B. Aucune partie du cerveau ne présentait traces de prolifération de tissu conjonctif et par conséquent de sclérose. — C. Portion de face postérieure du quatrième ventricule où est l'état grisâtre. Les parois de plusieurs vaisseaux offraient des amas granuleux par places; elles étaient notablement épaissies; elles présentaient un assez grand nombre de noyaux fusiformes, et le tissu intermédiaire en renfermait une certaine quantité. L'altération n'était pas aussi intense qu'on aurait pu le croire à l'œil nu. *(Pl. XIII, fig. 1, 2.)*

Le quatrième fait est un exemple de folie consécutive à la suppression accidentelle des règles, et, au point de vue anatomo-pathologique, à des lésions vasculaires qui s'étendaient à tout l'arbre artériel.

4e FAIT. — Folie lypémaniaque par athérôme artériel et consécutivement par nécrose des éléments cérébraux. — Altérations artérielles générales. — Affection causée par une submersion accidentelle dans l'eau.

Femme Hav..., trente-deux ans. Pas d'hérédité. Jamais de maladie aiguë, fébrile; maladie datant de deux ans.

Suppression définitive des règles, par suite de submersion accidentelle dans la Seine, il y a deux ans. Au bout de trois mois, sa famille remarqua successivement des modifications du caractère, de la tristesse, puis de l'absence de régularité dans le travail, des défauts de raisonnement, des actes déraisonnables, du chiffonnage, l'absence de tenue, la mise à l'envers de ses vêtements. Au bout de quatorze mois, il survint des attaques convulsives qui aggravèrent l'état mental.

Menée alors à la Salpétrière. Traitée par ventouses sèches aux jambes, par des bains. L'état de stupeur constaté au moment de l'entrée persista d'une façon à peu près continue et fut à peine interrompu par de l'agitation passagère. La mort survint au bout de six mois, par suite

du refus de manger, et de l'inanition, et de la cachexie qui en résulta, malgré l'emploi de la sonde œsophagienne. Jamais la parole ne fut embarrassée. Pas d'inégalité pupillaire, ni de tremblement de la langue et des lèvres.

Les lésions cérébrales méningées constatées à l'œil nu consistèrent en quelques opacités des méninges supérieures, en état athéromateux et calcaire d'un grand nombre d'artères et d'artérioles cérébrales, et méningées, en épaississements partiels des méninges inférieures, en pâleur de la substance corticale, et en confusion des zones des circonvolutions frontales supérieures, en anévrismes miliaires dans plusieurs circonvolutions supérieures frontales, pariétales et occipitales, en plusieurs petits foyers de ramollissement dans la première frontale gauche, dans les corps striés et dans le cervelet. Aucune adhérence des méninges avec la substance corticale. Du côté des autres organes, il existait des indurations calcaires dans les valvules sygmoïdes du cœur, et de l'hypertrophie considérable de ses parois.

L'examen histologique du cerveau m'a montré que là où la substance corticale apparaissait pâle à l'œil nu, les vaisseaux capillaires étaient atteints d'une altération granulo-graisseuse avancée, que dans un grand nombre de cellules, le protoplasma présentait la dégénérescence pigmentaire et graisseuse, que le cylinder axis était en voie d'atrophie, que les prolongements secondaires manquaient sur beaucoup de cellules, et que dans les parties où on trouvait au maximum ces lésions, les canaux vasculaires étaient à peu près oblitérés par des amas granulo-graisseux que l'acide acétique dissolvait. Pas la moindre hyperplasie du tissu conjonctif.

En résumé, folie consécutive à aménorrhée subite causée par submersion involontaire dans l'eau. Maladie progressive mentale. Mort au bout de deux ans et demi. Altérations du système artériel central et périphérique. Lésions nécrosiques et gangréneuses. *(Pl. XII, fig. 1, 2.)*

Le cinquième fait montre des lésions caractéristiques du quatrième ventricule et de la couche corticale des circonvolutions chez une femme atteinte depuis de longues années de folie sensorielle, puis de démence.

5e Fait. — Folie sensorielle et démence finale.

Vio.-L..., soixante-treize ans. La folie datait de longue date. Il y eut d'abord des hallucinations de l'ouïe, puis des idées de persécution, et enfin de l'incohérence.

La malade est morte de pneumonie.

Autopsie. — Altérations calcaires des artères.

Taches vert-de-gris, en nombre de 30 à 40, à la surface des circonvolutions supérieures frontales et pariétales seules.

Couche optique droite : une coupe antéro-postérieure y faisait découvrir une lacune qui pouvait loger une lentille. Etat blanc crêmeux de la face postérieure du quatrième ventricule, couvrant les racines des nerfs auditifs.

Examen microscopique d'une tache vert-de-gris. Vaisseaux fragmentés. Amas de pigment dans les vaisseaux, qui en sont obstrués. Infarctus pigmentés correspondant à ces obstructions. *(Pl. XII, fig. 3, 4, 5, 6.)*

Le sixième fait est analogue au précédent et présente, entre autres lésions intéressantes, des taches des circonvolutions.

6e Fait. — Folie lypémaniaque caractérisée par des hallucinations, des idées de persécution, puis par de la démence.

Femme L..., soixante-seize ans. Aliénée depuis trente ans.

L'aliénation mentale a été d'abord caractérisée par des hallucinations, des idées de persécution, et depuis dix ans par de l'incohérence et par de la démence.

La surface convexe du cerveau présentait près de 40 taches, les unes d'une teinte vert-de-gris, les autres brunâtres, arrondies ou allongées d'un diamètre maximum de 2 millimètres, sans adhérence avec les méninges, à surface unie.

L'examen microscopique à l'état frais m'a montré :

1° Un certain nombre de fragments de vaisseaux irrégulièrement disposés, d'une teinte jaune sale, à parois presque opaques, renfermant un grand nombre de petits amas pigmentaires, sans aucune trace de globules.

2° Dans la gaîne lymphatique des vaisseaux, des amas de granulations graisseuses, et dans d'autres des amas de pigment très épais.

3° Quelques cellules cérébrales atrophiées, à contour très irrégulier, remplies d'une matière pigmentaire et graisseuse qui masquait le noyau et le nucléole, dont les prolongements secondaires étaient pour la plupart brisés, et dont les prolongements cylinder axis étaient atrophiés ou rompus.

Le septième fait est analogue au précédent au point de vue de la démence et des taches cérébrales.

Le huitième fait est un cas de folie systématisée, primitivement lypémaniaque. *(Pl. XIV, fig. 6, a, b, c.)*

La malade était âgée de soixante-six ans. La folie datait de vingt-huit ans.

Les cellules étaient altérées à tous les degrés.

La neuvième observation est celle d'une femme atteinte de folie puerpérale. Les altérations des capillaires y étaient nombreuses, mais n'existaient guère que dans les circonvolutions pariétales.

La dixième observation est relative à une femme de trente ans, dont l'intelligence était restée arriérée à la suite d'une fièvre typhoïde survenue à l'âge de sept ans, et dont la folie lypémaniaque simple datait de cinq ans. Il existait des altérations des cellules cérébrales à tous les degrés. *(Pl. XIV, fig. 6.)*

Dr A. LÉON,

Professeur à l'École de médecine navale de Rochefort.

Considérations sur l'étiologie du scorbut (1).

Les médecins navigants se sont, de tout temps, préoccupés de l'étiologie du scorbut. Opinions de Lind et de la plupart de ceux qui ont traité le même sujet.

Fait du *Castiglione,* dans lequel on est obligé de renoncer à invoquer le froid humide, la fatigue, les causes morales, la privation d'aliments.

Ce vaisseau est envoyé au Mexique, au commencement de 1867, pour contribuer à la rentrée des troupes; il part de Toulon le 10 janvier, avec ordre de ne relâcher nulle part; après une traversée des plus heureuses, il arrive en rade de Vera-Cruz, le 25 février, sans maladies à bord.

Le 12 mars suivant, après avoir embarqué un plein chargement en matériel et en personnel, de nombreux colis, et un millier de passagers militaires, il repart pour France. Trois semaines après avoir quitté les côtes du Mexique, il se déclare des manifestations scorbutiques sur les hommes de l'équipage *seulement.* Les passagers, bien que présentant en apparence de meilleures conditions de réceptivité, puisqu'ils sont affaiblis par un long séjour au Mexique, restent indemnes. Pour l'équipage, on ne peut invoquer ni les fatigues excessives, ni l'humidité, ni le froid, ni la dépression morale, ni la quantité d'aliments, mais seulement le défaut d'alimentation végétale.

En effet, dans la traversée d'aller, tandis que les autres bâtiments chargés de la même mission ont tous relâché aux Antilles, où abondent des fruits et des légumes variés, le *Castiglione,* seul, s'est rendu directement au Mexique, où, en fait de vivres frais, il n'a pu embarquer que de la viande sur pied (bœufs vivants).

Depuis le départ de France, l'équipage a donc été privé, d'une manière à peu près absolue, de légumes frais. Les passagers, au

(1) M. le docteur Léon s'était inscrit pour exposer un fait se rapportant à l'étiologie du scorbut; des obligations de service l'ayant forcé de quitter Bordeaux avant que son tour de prendre la parole fût arrivé, il nous a communiqué la note succincte ci-dessus, destinée à servir de cadre aux développements et aux explications qu'il se proposait de fournir au Congrès.

contraire, n'ont eu à souffrir de la même privation qu'à partir du départ de Vera-Cruz.

L'épidémie, menaçant de prendre des proportions assez grandes, fit décider une relâche aux Açores. Là, d'abondantes provisions de fruits et de légumes frais sont embarqués et distribués à l'équipage, et aussitôt les manifestations scorbutiques sont enrayées.

D'où la conclusion suivante : sans nier que les conditions invoquées habituellement dans l'étiologie du scorbut peuvent contribuer à en déterminer l'apparition, le fait du *Castiglione* démontre que, dans certains cas, le défaut d'alimentation végétale peut suffire, à l'exclusion de toute autre cause, pour provoquer la maladie.

Dr LANDE.

Présentation d'une pince pour la trachéotomie.

(Extrait.)

(Séance du 12 Septembre 1872.)

M. le Dr Louis Lande présente une pince de Trousseau pour la trachéotomie, modifiée d'après ses indications par M. Gendron, fabricant d'instruments de chirurgie.

Dr ORÉ,

Chirurgien de l'hôpital Saint-André de Bordeaux, docteur ès sciences.

Des Injections intra-veineuses de chloral. — Expériences qui démontrent l'efficacité de leur action dans l'empoisonnement par la strychnine et dans le traitement du tétanos traumatique.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

INTRODUCTION.

Avant d'entrer dans le récit des nombreuses expériences que renferme ce Mémoire, je crois utile de dire comment j'ai été conduit à les faire.

J'ai exposé, à l'École de médecine de Bordeaux, pendant le semestre d'hiver 1872, l'histoire de l'absorption. Après avoir indiqué : 1° les forces nécessaires à l'accomplissement de cet acte physiologique ; 2° les voies diverses que suivent les substances venues du dehors pour

pénétrer dans l'organisme, je suis arrivé à cette conclusion que, si le but final de l'absorption est d'amener au contact du sang les éléments nécessaires à la réparation des matériaux usés de l'organisme, à l'entretien de la vie et de la santé, il était beaucoup plus sûr de les faire pénétrer directement dans l'appareil circulatoire, en les injectant dans les vaisseaux. De là, l'idée de l'*infusion veineuse*. Les recherches bibliographiques auxquelles je me suis livré sur ce sujet, m'ont démontré qu'en dehors de la transfusion du sang, les injections de substances médicamenteuses dans les veines avaient, à diverses époques, été employées avec succès pour le traitement de maladies graves. C'est ainsi que, sur quinze cas de tétanos, huit auraient été guéris par l'opium, la belladone, le datura administrés par Percy à l'aide de cette méthode; qu'en Angleterre, en Écosse, en Amérique, en France, dans le service de M. Lorain, les injections d'eau chaude dans les veines auraient donné plusieurs fois des résultats avantageux dans le choléra.

Parmi tous les faits d'injections intra-veineuses, mon attention s'arrêta particulièrement sur ceux de Magendie.

Magendie reçut un jour, à l'Hôtel-Dieu, un malade dans un état d'agitation extrême; il offrait beaucoup de symptômes de la rage. On affirmait qu'il avait été mordu par un chien enragé. L'illustre physiologiste pratiqua des injections d'eau tiède dans les veines. Le malade, qui était atteint, non pas de la rage, mais d'un état ataxique aigu, devint calme et guérit. Il succomba, plus tard, à l'infection purulente survenue à la suite d'une saignée de la saphène interne.

A l'autopsie, on trouva que la pointe de la lancette qui avait servi à cette opération s'était brisée en s'implantant dans la malléole. La présence de ce corps étranger dans l'intérieur du vaisseau avait été la cause des accidents.

Plus tard, Magendie fit la même injection à un chien atteint d'une rage bien confirmée. Celui-ci succomba à une congestion pulmonaire qui survint par suite de la dose trop élevée du liquide injecté.

Ces deux derniers faits, fortifiés par cette conclusion de M. le Dr Ladevi-Roche (*Histoire des injections médicamenteuses dans les veines;* Thèse de Paris, année 1870) « que, si les injections intra-veineuses » n'ont pas toujours guéri les malades, elles n'ont jamais été nuisi- » bles, ont même été souvent utiles, » m'inspirèrent la pensée de recourir à ce moyen à la première occasion qui s'offrirait à moi.

Cette occasion ne se fit pas longtemps attendre.

Au mois de mai 1872, on conduisit dans mon service de chirurgie, à l'hôpital Saint-André de Bordeaux, deux malades, une femme et un homme, présentant les symptômes les plus caractérisés de la rage.

La femme était arrivée à la dernière période, l'homme au quatrième jour. Mon confrère et ami le Dr Lande et moi pratiquâmes, à ces deux malades, *des injections d'eau tiède dans la veine médiane céphalique.* Le calme revint immédiatement, les malades demandèrent à boire, burent avec une extrême facilité, et succombèrent sans présenter aucun des phénomènes convulsifs qu'on observe habituellement.

Au lieu d'employer l'eau tiède, j'avais eu d'abord la pensée d'injecter une solution d'*hydrate de chloral.* Mais, ignorant si cette substance n'aurait pas d'influence fâcheuse sur la composition du sang ou sur les parois vasculaires, je dus y renoncer, me promettant de demander à l'expérimentation la solution du problème. Il devenait même indispensable de n'apporter aucun retard à ces recherches, car on nous avait annoncé l'arrivée prochaine, à l'hôpital, de personnes mordues par le même chien.

C'est ainsi que j'ai été conduit à injecter dans les veines des solutions plus ou moins concentrées d'hydrate de chloral. C'est l'histoire de ces injections que je relate dans ce Mémoire.

Je diviserai mon travail en quatre parties.

La *première partie* renfermera les expériences dans lesquelles l'hydrate de chloral a été injecté directement dans les veines.

Ces expériences serviront à établir que cette voie de pénétration est beaucoup plus active que les voies digestive et hypodermique ; que, grâce à cette activité, l'hydrate de chloral est l'antidote de la strychnine; que, par suite, administrée en injection intra-veineuse, cette substance doit constituer un agent puissant dans le traitement du tétanos.

Dans la *seconde partie,* je prouverai, contrairement à l'opinion de M. O. Liebreich, que la strychnine ne peut pas être considérée comme l'antidote de l'hydrate de chloral.

Dans la *troisième partie,* je rapporterai les expériences qui démontrent : 1° que le chloral injecté dans les veines est le plus puissant de tous les anesthésiques; 2° que les courants électriques peuvent seuls faire cesser immédiatement les effets de cette anesthésie.

Dans la *quatrième partie,* je terminerai ce travail en rapportant une observation de tétanos traumatique, traitée par les injections intra-veineuses de chloral.

PREMIÈRE PARTIE.

Sommaire : Injections de chloral dans les veines. — Action physiologique de cette substance. — Introduite par cette voie, elle a une action beaucoup plus rapide que par la voie stomacale ou par la voie hypodermique. — Le chloral est l'antidote de la strychnine. — Les injections de chloral dans les veines permettent, *seules*, de démontrer cet antagonisme entre les deux substances.

Première expérience. — Injection dans la veine crurale droite d'une solution de *1 gramme* de chloral dissous dans 20 grammes d'eau.

La veine crurale d'un jeune chien, de taille moyenne, ayant été mise à nu et isolée, j'injectai, en une seule fois, 1 gramme de chloral dissous dans 20 grammes d'eau. L'injection avait été faite à *deux heures quarante minutes.* Aussitôt les battements du cœur devinrent plus précipités, avec des intermittences notables (108 battements par minute); détaché de la planche à expérience et mis à terre, l'animal ne put se maintenir sur le train postérieur, qui était frappé d'immobilité. Le train antérieur, quoique offrant encore des mouvements, était notablementaffaibli.

A 2 heures 48 minutes, c'est-à-dire huit minutes après le début de l'injection, l'animal tombe dans un sommeil profond, qui s'accompagne d'une paralysie générale de la motilité et de la sensibilité; les mouvements réflexes eux-mêmes sont entièrement abolis. En le saisissant par la peau du dos, on peut le soulever sans qu'il donne aucun signe de vie.

3 h. 6 m. Une piqûre, pratiquée avec la pointe d'un scalpel sur les diverses parties du corps, détermine quelques mouvements réflexes. La sensibilité semble donc un peu revenue; le chien essaie de se relever en s'appuyant sur le train antérieur, le postérieur étant frappé d'immobilité; ses efforts sont superflus; il s'affaisse et retombe dans le sommeil.

3 h. 30 m. L'animal se réveille; il cherche encore à se relever en s'appuyant sur les pattes de devant; il ne peut y parvenir; il titube et tombe; le sommeil apparaît de nouveau.

3 h. 50. Le chien, étendu sous la table à vivisection, est plongé dans une somnolence profonde.

Le lendemain, la somnolence a cessé; le chien a repris toute sa liberté de mouvements; le train postérieur reste un peu affaibli; trois jours après il a pu servir à une autre expérience.

Deuxième expérience. — Injection de *1 gramme 50 centigrammes* de chloral dans la veine crurale d'un chien de moyenne taille.

Immédiatement après l'injection faite, à 3 heures, l'animal est pris d'efforts de vomissements, qui cessent presque aussitôt; puis il tombe dans le coma. Les mouvements du cœur deviennent alors précipités et petits (152); paralysie générale du mouvement et de la sensibilité; toutes les actions réflexes ont disparu. L'animal paraît mort.

Tous ces phénomènes n'ont pas mis plus de deux minutes à se produire.

3 h. 30 m. Le pincement des pattes de derrière détermine une douleur vague que l'animal traduit par de faibles cris et en retirant sa patte. Le

sommeil continue, il est profond. S'il cesse momentanément sous l'influence d'irritations répétées, il revient aussitôt, car l'animal retombe dans le coma d'où on l'a tiré. La respiration est calme, le pouls est régulier avec quelques intermittences.

3 h. 41 m. En plaçant un flacon d'ammoniaque sous les narines du chien, on détermine des mouvements rapides de la tête; on le maintient éveillé pendant trois minutes, puis le sommeil se montre de nouveau.

3 h. 52. Un choc violent le réveille en sursaut; il essaie de se relever, mais l'immobilité du train postérieur l'en empêche. Le sommeil revient.

4 h. 10. L'animal essaie de marcher; il fait quelques pas dans le laboratoire; il titube comme dans l'ivresse; il va se placer sous une chaise, où il s'accroupit. Bientôt la tendance au sommeil est si irrésistible qu'il y retombe presque aussitôt.

Revu le soir à 10 heures, il est dans les mêmes conditions; il dort à la même place.

Le lendemain, mêmes phénomènes. Ce n'est que vers la fin du troisième jour que l'état d'abrutissement dans lequel l'animal était tombé fut complètement dissipé. Il a servi plus tard à d'autres expériences.

Troisième expérience. — Injection de *2 grammes* de chloral chez un chien-loup d'assez haute taille.

Ce chien a présenté absolument les mêmes phénomènes que les deux précédents, avec cette particularité sur laquelle j'insiste, c'est que le sommeil, la paralysie générale du mouvement et de la sensibilité, l'abolition des mouvements réflexes ont été *instantanés.*

Tous ces phénomènes se sont manifestés dès la fin de l'injection. Ils ont laissé des traces, chez cet animal, pendant quatre jours. Depuis l'époque ou j'ai fait cette expérience, j'ai eu l'occasion de la répéter souvent. Lorsque la dose de chloral a été suffisamment élevée, l'abolition *instantanée* des mouvements volontaires et réflexes et de la sensibilité *a éte constante;* la durée seule de cette abolition a varié.

Il devenait intéressant et utile pour la thèse que je soutiens de comparer les effets de l'injection directe dans les veines avec les phénomènes de l'absorption du chloral par la voie digestive. C'est ce que j'ai recherché dans les expériences suivantes :

Quatrième expérience. — Injection dans l'estomac, à l'aide de la sonde œsophagienne, d'une solution de *2 grammes* de chloral.

Après avoir fait l'expérience précédente, dans laquelle *2 grammes* de chloral avaient été introduits dans la veine crurale, j'injectai la *même dose* dans l'estomac d'un chien épagneul, à l'aide de la sonde œsophagienne. Il ne parut pas s'en apercevoir.

Ce ne fut que *vingt minutes après* que la marche commença à devenir incertaine et affaiblie, dans le train postérieur surtout. Néanmoins, quoique gênée, elle s'effectuait encore assez facilement. Sans doute, le chien s'affaissait quelquefois, mais il se relevait aussitôt. Bientôt elle

devint de plus en plus chancelante, titubante, comme pendant l'ivresse, sous l'influence de laquelle il paraissait être déjà.

Après une demi-heure, il se coucha sur le ventre, et je pus alors constater la manifestation progressive, mais lente, de tous les phénomènes décrits déjà : sommeil, paralysie générale du mouvement, de la sensibilité, etc.

L'expérience avait été commencée à 2 heures 32 minutes, à 5 heures tout s'était dissipé. Le chien avait repris ses allures et sa gaieté. Rien n'aurait pu faire supposer, à ce moment, qu'il avait été le sujet d'une expérience.

Cinquième expérience. — Dans cette cinquième expérience, faite à 5 heures 10 minutes, j'injectai dans l'estomac, en une seule fois, *4 grammes 50 centigrammes* de chloral. L'apparition des premiers symptômes se fit après *10 minutes,* plus vite, par conséquent, que dans le cas précédent. Ils s'accentuèrent rapidement, et, après vingt minutes, nous avions sous les yeux un tableau semblable à celui des expériences précédentes. Tous ces symptômes se maintinrent jusqu'à *10 heures* du soir. Ils se dissipèrent alors : leur durée totale avait été de quatre heures trente minutes.

Je ne cite que ces deux expériences pour éviter des répétitions inutiles et fastidieuses.

Si l'on compare les résultats obtenus par les deux modes d'introduction dans l'organisme (voie digestive, voie veineuse) on arrive aux conséquences suivantes :

1° Solution de 1 gramme, 1 gr. 50, 2 grammes de chloral injectées dans les veines : l'*apparition* des phénomènes a eu lieu après 5 minutes, 2 minutes, instantanément. Leur durée *totale* a été de 18 heures, 3 et 4 jours.

2° Solution de 2 grammes, 4 gr. 50 de chloral, injectées dans l'estomac : l'*apparition* des phénomènes a eu lieu après 20 et 10 minutes. Leur durée totale a été de 2 heures et de 4 heures et demie.

Une différence si tranchée ne prouve-t-elle pas que, si dans le premier cas lé chloral a eu une action en quelque sorte *dynamisée,* c'est parce qu'il a été introduit en nature dans l'appareil circulatoire, sans avoir subi les modifications que l'acte digestif est susceptible de lui faire éprouver?

Cette action si rapide, si instantanée du chloral injecté dans les veines, cet anéantissement immédiat de tout mouvement, de toute sensibilité, dont il est impossible de se faire une juste idée si l'on n'a pas constaté ce phénomène par l'expérience, ne pouvait rester sans application. Je savais, en effet, que le chloral, préconisé contre le tétanos, avait donné quelques bons résultats; je l'avais employé le plus souvent sans succès, une fois, il est vrai, avec avantage; je connais-

sais enfin les observations de Langenbeck, de M. Verneuil, et la discussion à laquelle elles avaient donné lieu au sein de la Société de chirurgie. Mais je n'ignorais pas aussi que cette substance, administrée par la voie digestive ou par la méthode hypodermique, n'était pas toujours fidèle; que, souvent, des doses considérables n'avaient produit aucun effet; que s'il était possible avec MM. Horand et Puech, d'invoquer, pour expliquer ce résultat négatif, son mode de préparation, il était permis de l'attribuer, du moins quelquefois, à un défaut d'absorption.

Or ce défaut d'absorption pouvait-il exister après l'injection intra-veineuse, qui devait mettre le chloral en contact immédiat avec le sang, but final de toute absorption? Il était donc logique de rechercher ce qui arriverait lorsqu'on opposerait l'action du chloral qui détruit momentanément le pouvoir excito-moteur de la moelle, à l'action diamétralement opposée de l'un de ces alcaloïdes qui, comme la strychnine, surexcitent et exaltent cette même faculté médullaire. De cette comparaison pouvaient peut-être découler des applications pratiques au traitement du tétanos, ainsi que je le dirai plus loin.

Je connaissais les travaux de M. O. Liebreich, qui avait déjà parlé de l'antagonisme du chloral et de la strychnine dans une communication à l'Académie des sciences. Le chloral diminue, dit-il, l'action de la strychnine à la condition d'être donné très promptement après l'administration de l'alcaloïde. (*Comptes-Rendus*, t. LXX, p. 404, 1870.)

M. O. Liebreich avait donc entrevu ce fait : *la diminution des effets de la strychnine par le chloral.* Aussi Garnier a-t-il pu dire avec raison : « Expérimenté avec la strychnine, l'hydrate de chloral en » arrête les symptômes tétaniques, en maintenant la vie plus long- » temps, mais sans empêcher la mort. » (*Dictionnaire des progrès des sciences médicales,* 1870, 6e année, p. 10.)

M. Camboulives avait pu également écrire, à propos des substances antagonistes du chloral. « Si la strychnine est l'antidote du chloral, » peut-on dire réciproquement que le chloral soit l'antidote de la » strychnine? Évidemment non, et la meilleure raison que l'on puisse » donner, c'est qu'il n'exerce son action qu'un quart d'heure ou une » demi-heure après avoir été ingéré, tandis que la strychnine tue au » bout de 10 ou 15 minutes. » (*Hydrate de chloral.* Thèse de Paris, n° 15, 1871, p. 47.)

Enfin, dans un ouvrage qui vient de paraître, MM. Horand et Puech parlent en ces termes de cet antagonisme : « L'hydrate de » chloral retarde donc la marche de l'empoisonnement par la noix » vomique, mais, comme on l'a vu, il ne s'oppose pas à la terminaison » fatale qu'on cherche à conjurer quand on emploie un antidote.

» C'est assez dire que, pour nous, ce médicament ne peut être consi-
» déré comme l'antidote pratique de la strychnine; en d'autres termes,
» étant donné chez un chien un empoisonnement manifeste par la
» strychnine, *le chloral serait impuissant à le combattre.* » (*Du Chloral. Études chimiques et expérimentales, recherche de ses antidotes*, par MM. Horand et Puech. Paris, 1872.)

Ces expérimentateurs continuent : « Si la quantité de strychnine
» absorbée était minime, et l'on pourra en juger par le plus ou moins
» d'intensité des symptômes tétaniques, il nous paraît probable que
» le chloral, administré alors, produirait de bons effets.

» Mais, quand *la dose est toxique,* quand, en un mot, il y a empoi-
» sonnement véritable, *le chloral n'empêche pas la mort de survenir,* et
» cela, même quand on l'emploie à dose très élevée.

» Pour nous, l'*hydrate de chloral et la strychnine s'influencent réci-*
» *proquement*, toutefois, l'action de l'alcaloïde de la noix vomique est
» plus accusée que celle du chloral, c'est-à-dire que si un animal est
» endormi par l'hydrate de chloral, il pourra être réveillé par la
» strychnine, dont les effets domineront, tandis qu'un sujet soumis à
» l'action de ce poison résistera à l'influence du chloral (p. 133). »

Je ne discute pas pour le moment cette citation que j'emprunte au travail de MM. Horand et Puech. Je démontrerai plus tard, ainsi que je l'ai déjà fait pour quelques expériences de M. O. Liebreich, l'inexactitude de toutes leurs assertions; je me contente de faire remarquer seulement qu'ils reconnaissent eux aussi l'antagonisme du chloral et de la strychnine.

Mon premier soin a donc été de rechercher si cet antagonisme du chloral et de la strychnine existait réellement. Mais, auparavant, j'ai voulu me rendre compte des effets que produirait la strychnine injectée, *seule,* par la méthode hypodermique.

Sixième expérience. — Injection dans le tissu cellulaire sous-cutané abdominal d'un chien, de 2 centigrammes de strychnine. Quatre minutes après, l'animal a été pris de mouvements convulsifs généraux, accompagnés de trismus, d'opisthotonos. Il a succombé en cinq minutes.

Septième expérience. — J'ai fait à un chien mouton, du poids de 7 kilogrammes, une injection hypodermique de 2 centigrammes de strychnine. J'ai attendu les premières manifestations tétaniques pour introduire 2 grammes de chloral dans le tissu cellulaire sous-cutané. L'animal a succombé au tétanos strychnique aussi vite que dans l'expérience précédente, sans avoir présenté aucun des phénomènes caractéristiques de l'absorption du chloral.

Cette dernière expérience, qui, répétée plusieurs fois, a toujours donné les mêmes résultats, prouve que si on attend l'apparition des

phénomènes de la strychnine, administrée à la dose toxique pour leur opposer le chloral, soit par la méthode hypodermique, soit par la voie digestive, dans le bût de constater l'antagonisme des deux substances, l'animal succombera avec rapidité, par suite du tétanos strychnique, sans que l'on puisse reconnaître un seul symptôme indiquant l'absorption du chloral.

Il est donc impossible de constater par cette méthode d'expérimentation aucune trace d'antagonisme.

MM. Horand et Puech n'ont pas été plus heureux que moi, ainsi que le prouve l'expérience suivante, que je leur emprunte :

Chienne épagneule, âgée de deux ans, du poids de 8 kilogrammes. — Injection dans le tissu cellulaire sous-cutané de 2 centigrammes de chlorhydrate de strychnine dissous dans 5 grammes d'eau alcoolisée.

Au bout de dix minutes, violent accès tétanique. A ce moment, on injecte dans le tissu cellulaire 4 grammes d'hydrate de chloral en solution dans 8 grammes d'eau distillée. Cette opération détermine de violentes convulsions; la respiration devient bruyante, saccadée. Au bout de vingt minutes, c'est-à-dire lorsque l'absorption du chloral est dans toute son intensité, la marche des symptômes de l'empoisonnement par la strychnine ne paraît pas ralentie; les accès se succèdent à de courts intervalles. La mort survient au milieu de violentes convulsions. (*Loc. cit.*, p. 130.)

M. le Dr Arnould n'a pas mieux réussi à démontrer cet antagonisme, lorsqu'il a administré simultanément la strychnine et le choral à un lapin du poids de 2,400 grammes; la mort est arrivée en trois minutes, par l'alcaloïde de la noix vomique. (*Union médicale,* 1870, p. 589.)

Je serais donc en droit, m'appuyant sur mes expériences et sur celles que je viens d'emprunter à divers auteurs, de nier l'antagonisme du chloral et de la strychnine, si la méthode de l'injection intra-veineuse que je préconise n'était pas venue le mettre hors de doute. J'ajoute que la démonstration de ce fait n'est possible que par cette méthode seule, ainsi que cela va ressortir des faits suivants :

Huitième expérience. — A un chien mouton d'une haute taille, j'ai injecté dans le tissu cellulaire thoracique 2 centigrammes de strychnine; quatre minutes après, les phénomènes tétaniques se sont montrés. Une fois bien accentués, j'ai introduit dans la veine crurale gauche 3 grammes de chloral dissous dans 12 grammes d'eau. Immédiatement le trismus a cessé, la respiration est devenue très rapide. La bouche, largement ouverte, donne un libre accès à l'air. L'animal est sans cesse agité par des contractions violentes analogues à celles que donnent les secousses électriques. Le moindre attouchement, le moindre bruit, un simple choc

sur la table à vivisection, les rendent plus accentuées ou les provoquent, après quoi il retombe dans une somnolence passagère.

Après un quart d'heure, je détache le chien pour le mettre à terre. A ce moment, il est pris de convulsions violentes pendant lesquelles la respiration a été très gênée ; mais le trismus n'a pas reparu et ne s'est plus montré pendant toute la durée de l'expérience.

Une demi-heure après, la raideur tétanique a cessé partout, laissant à sa place un relâchement musculaire complet, analogue à celui que produit le chloral, lorsqu'il est injecté seul. L'animal succombe alors.

Autopsie. — Le cœur est très volumineux et distendu par l'injection, le sang qui s'écoule de ces cavités a sa couleur habituelle, les poumons sont très rosés, les vaisseaux fortement distendus.

Neuvième expérience. — Dans cette expérience, j'ai procédé comme dans la précédente, en modifiant ainsi les doses de strychnine et de chloral.

J'injectai dans le tissu cellulaire sous-cutané abdominal d'un chien de haute taille 5 milligrammes de strychnine. L'injection fut faite *à 5 heures 37 minutes ;* à 5 heures 40 minutes, apparition des premiers symptômes strychniques. Inquiétude de l'animal, commencement de raideur tétanique ; à 5 heures 45 minutes, les symptômes deviennent plus nets, mais ne sont pas encore franchement accentués. J'injecte de nouveau 5 milligrammes, ce qui fait 1 centigramme.

5 h. 48 m. Le tétanos strychnique éclate définitivement ; trismus, opisthotonos, accompagnés de convulsions générales.

A ce moment, j'injecte dans la veine crurale gauche 2 grammes de chloral. Aussitôt le chien devient plus tranquille, le trismus cesse avec l'opisthotonos, la pupille est très dilatée.

5 h. 53 m. Sommeil, battements de cœur précipités (133), tête renversée, sans contracture ; calme complet. On observe toutefois des contractions violentes qui se produisent instantanément sous l'influence du moindre bruit, du plus léger choc, ou d'un simple attouchement sur un point quelconque du corps.

5 h. 63 m. Je détache l'animal pour le mettre à terre ; le trismus reparaît, accompagné de contractions générales violentes ; opisthotonos marqué, respiration petite et rare, presque complètement suspendue. Cet état dure deux minutes environ et fait place à un calme complet.

6 h. 2 m. La respiration redevient calme et prolongée ; abattement ; relâchement musculaire, sommeil.

6 h. 4 m. Les inspirations sont toujours aussi longues, mais régulières, le sommeil continue ; néanmoins tout bruit, tout mouvement détermine des convulsions.

6 h. 10 m. Nouvelles convulsions ; l'animal cherche à se relever, il meut le train antérieur ; le train postérieur est à peu près immobile ; chaque fois qu'il veut exécuter un mouvement, les convulsions se manifestent.

6 h. 15 m. Le sommeil continue accompagné d'un relâchement musculaire complet.

6 h. 30 m. Nouvelle crise convulsive qui dure deux minutes. Depuis ce moment jusqu'à 8 heures 40 minutes, heure à laquelle l'animal est mort, il a présenté des alternatives de convulsion et de relâchement musculaire. Les phénomènes tétaniques ont été quelquefois si accentués qu'il a été nécessaire de pratiquer la respiration artificielle pour vaincre l'asphyxie occasionnée par la contraction des muscles thoraciques abdominaux et de la glotte.

Je rapprocherai de cette expérience, où la lutte entre le chloral et la strychnine a duré *trois heures,* l'expérience suivante, qui offre avec elle beaucoup de points de ressemblance. Dans cette dernière, la strychnine ayant été administrée par l'estomac, les effets furent combattus par l'injection intra-veineuse.

Dixième expérience. — Injection dans l'estomac d'un petit chien épagneul, du poids de 6,500 grammes, à l'aide de la sonde, de 3 milligrammes de strychnine. Injection intra-veineuse de chloral dès l'apparition du phénomène strychnique. Mort de l'animal deux heures trente minutes après.

Heure de l'injection : 2 h. 42 m.

2 h. 55 m. Pupille dilatée. Convulsions violentes générales.

3 h. 6 m. Convulsions générales nouvelles, avec renversement de la tête en arrière, et cris.

J'injecte alors 1 gr. 50 de chloral dans la veine crurale gauche ; les cris cessent aussitôt, la pupille se resserre immédiatement. La respiration est abdominale et très lente ; chaque inspiration s'accompagne d'un mouvement convulsif. Bouche entr'ouverte ; langue pendante. Sommeil.

3 h. 10 m. Respiration calme mais abdominale. Sommeil profond. De loin en loin quelques mouvements convulsifs passagers. Le pouls est tellement rapide qu'il est absolument impossible de le compter.

3 h. 28 m. L'animal pousse des cris entrecoupés, quoique plongé dans un sommeil profond. Un choc violent sur la table à expérience provoque des contractions assez fortes.

3 h. 30 m. On observe quelques convulsions spontanées.

3 h. 33 m. Les cris plaintifs redoublent et sont plus prolongés. Des attouchements sur le crâne provoquent des contractions de peu de durée.

3 h. 38 m. Crise tétanique générale d'une demi-minute, après laquelle l'animal retombe dans l'état de somnolence.

3 h. 45 m. Nouvelle crise tétanique avec opisthotonos. Les cris redoublent.

3 h. 50 m. Quatrième crise convulsive générale très forte. La convulsion a duré une minute quarante secondes. Dès qu'elle a été terminée, l'animal a cessé de faire entendre ses cris, puis il est retombé dans le sommeil.

3 h. 58 m. Une convulsion violente le réveille. Il se rendort bientôt après, en poussant quelques cris.

4 h. 2 m. L'animal a eu une très forte convulsion qui a duré près de cinq minutes. Il tombe alors dans un état de coma absolu.

4 h. 18 m. Crise convulsive violente qui dure trois minutes.

Depuis ce moment jusqu'à 4 heures 45 minutes, c'est-à-dire dans l'espace de vingt-sept minutes, le chien a eu six crises tétaniques, après lesquelles il a succombé.

La durée totale de l'expérience a été de deux heures trente-trois minutes.

Il me paraît inutile d'insister pour démontrer que cette expérience ne laisse aucun doute sur l'antagonisme du chloral et de la strychnine.

A coup sûr, le chien eût succombé rapidement, si l'injection intra-veineuse de 1 gr. 50 de chloral n'était pas venue le faire passer par toutes les alternatives de contracture, de relâchement musculaire, de sommeil que nous avons décrites.

Or, si l'on songe qu'il suffit de quelques minutes pour tuer un chien en lui administrant de la strychnine soit par la voie hypodermique, soit par l'estomac ; que la mort arrive aussi rapidement, malgré le chloral, s'il n'est dministré par les voies habituelles de l'absorption qu'au moment où l'intoxication strychnique se montre, il me paraît difficile de ne pas admettre que la lutte entre les deux substances qui, dans les trois dernières expériences, a duré 1/2 heure, 2 heures 30 minutes, 3 heures, ne soit pas due à l'antagonisme qu'elles exercent l'une sur l'autre. Mais on est forcé de reconnaître en même temps que cet antagonisme n'a été ainsi mis en évidence que grâce à la méthode d'injection intra-veineuse.

Mais peut-être objectera-t-on, avec M. O. Liebreich, que le chloral ne diminue l'action de la strychnine qu'à la *condition d'être donné très promptement après l'administration de l'alcaloïde.*

La réponse à cette question se trouvera dans l'expérience suivante :

Onzième expérience. — Chien pesant 8,900 grammes. Injection de *1 centigramme et demi* de strychnine dans le tissu cellulaire sous-cutané de la région lombaire (côté gauche) ; en même temps, injection de 2 grammes de chloral dans le tissu cellulaire de la région lombaire (côté droit).

Quatre minutes après la double injection, tétanos strychnique qui tue l'animal en six minutes.

Donc, que le chloral soit administré au moment où les phénomènes convulsifs se produisent, ou en même temps que la strychnine, si la dose de cette dernière est toxique, la mort arrivera par elle sans qu'il ait été possible de constater un seul signe dénotant la pénétration du chloral dans l'organisme.

Pour constater l'antagonisme du chloral et de la strychnine, je ne me suis pas contenté d'opposer le chloral, *injecté dans les veines,* à la strychnine absorbée par la voie hypodermique ou par la voie digestive. J'ai voulu voir s'il se montrerait encore par l'introduction simultanée des deux substances dans les vaisseaux.

La rapidité avec laquelle se manifestent les phénomènes produits par une substance, lorsqu'elle est portée directement dans le torrent circulatoire, m'engagea à procéder ainsi.

Mais pour donner à cette expérience toute la précision désirable, il fallait étudier d'abord les effets de la strychnine injectée séparément à une dose quelconque, mais cependant toxique, puis l'injecter, mélangée avec le chloral, dont on connaissait déjà l'action physiologique.

Douzième expérience. — Injection dans la veine crurale droite de 5 milligrammes de strychnine, chez un chien de 7 kilogrammes. *Quinze secondes* après l'injection, le tétanos strychnique s'est développé avec une intensité effrayante. L'animal a succombé en *trois* minutes.

Treizième expérience. — Injection simultanée dans la veine crurale droite de 5 milligrammes de strychnine et 1 gr. 50 de chloral, mélangés.

En quinze secondes, apparition du tétanos strychnique, suivie bientôt d'un relâchement musculaire complet, avec respiration accélérée et sommeil. Toutes les deux minutes, crise tétanique alternant avec le relâchement musculaire. Cet état a duré une heure trente minutes. La mort est arrivée ensuite.

De tout ce qui précède, je crois pouvoir tirer les conclusions suivantes :

1° Le chloral est l'antagoniste de la strychnine. Les expériences que je viens de rapporter prouvent qu'il atténue momentanément son influence toxique. (De nouvelles expériences rapportées plus loin prouveront que là ne se borne pas son action neutralisante.)

2° Si le chloral est administré par la voie hypodermique, pour combattre le tétanos occasionné par une dose toxique de strychnine, au moment où les convulsions commencent à se produire, il ne diminuera en rien les phénomènes strychniques auxquels l'animal succombera. Il est donc impossible de démontrer l'antagonisme des deux substances en choisissant cette voie d'absorption. J'ajoute qu'on ne pourra pas en choisir d'autre pour introduire le chloral, car le trismus et la contracture musculaire ne permettront pas à l'animal d'avaler, en même temps qu'ils rendront difficile pour l'opérateur l'introduction d'une sonde œsophagienne.

3° L'antagonisme ne peut donc être démontré expérimentalement

et physiologiquement que par une seule méthode, celle que j'ai employée, *l'injection directe dans les veines.*

4° Cet antagonisme ressort aussi bien des expériences, qui consistent à combattre, au moyen des injections intra-veineuses de chloral, la strychnine administrée par les voies sous-cutanée et digestive, que de celles où les deux substances ont été introduites simultanément, après leur mélange, dans le torrent circulatoire.

Mais il ne suffisait pas d'avoir démontré l'antagonisme des deux substances; il fallait encore rechercher si, grâce à cet antagonisme, il ne serait pas possible de neutraliser l'une par l'autre, et de déterminer ainsi les effets promptement funestes de la strychnine.

Expériences qui démontrent que le chloral est l'antidote de la strychnine.

Pour établir ce fait, il fallait, avant tout, rechercher quelle est la quantité de strychnine nécessaire pour donner la mort; il fallait étudier si le poids des animaux n'exerçait pas une influence sérieuse sur le mode d'action de cet alcaloïde. On comprend, en effet, qu'avant d'arriver à cette dose, où une substance devient fatalement toxique pour tous, il y a une série de doses intermédiaires qui sont mortelles pour les uns et ne le sont pas pour les autres.

Dosage de la strychnine.

Quatorzième expérience. — Injection sous-cutanée de 5 milligrammes de strychnine à un chien pesant 5,700 grammes. L'injection a été faite à 2 heures 50 minutes.

2 h. 53 m. Apparition des phénomènes tétaniques, qui n'ont pas cessé jusqu'à 2 heures 59 minutes, heure à laquelle l'animal a succombé.

Quinzième expérience. — Injection sous-cutanée de 5 milligrammes de strychnine à un jeune chien, du poids de 9 kilogrammes. Mouvements convulsifs lents à se produire, suivis du tétanos strychnique. *Guérison.*

L'injection, faite à 3 heures 36 minutes, n'avait encore produit aucun phénomène convulsif à 3 heures 48 minutes.

4 h. Le chien devient triste. Son œil brillant est fixe. Quelques mouvements convulsifs dans ses lèvres. S'il veut marcher, il est obligé de s'appuyer contre le mur pour se maintenir en équilibre. Le moindre choc, le plus léger bruit déterminent des convulsions passagères.

4 h. 12 m. Convulsions générales qui renversent l'animal. Il essaie de se relever, mais il ne peut y parvenir. Sa respiration est accélérée, intermittente. Son pouls extrêmement rapide.

4 h. 14 m. A la suite d'un effort violent, le chien se relève sur ses quatre pattes, fait quelques pas mal assurés dans le laboratoire, en s'appuyant contre la porte et contre le mur. Ses yeux sont très brillants, ses pupilles extrêmement dilatées.

4 h. 20. Les mouvements convulsifs sont de courte durée. Les mouvements volontaires tendent, au contraire, à reparaître, à devenir plus faciles. Quoi qu'il en soit, le moindre bruit détermine encore des convulsions légères.

4 h. 39. Nouvelle convulsion générale qui dure environ une minute. Après la convulsion, l'animal se relève et marche avec difficulté.

Ces alternatives de mouvements convulsifs et de relâchement musculaire durent jusqu'à 6 heures. A ce moment, l'animal marche, quoique avec difficulté. Les convulsions tendent à s'éloigner et à disparaître.

Seizième expérience. — Injection *intra-veineuse* de 5 milligrammes de strychnine à un chien du poids de 10 kilogrammes. Mort.

A 5 h. précises, injection de 5 milligrammes de strychnine dans la veine crurale droite. Dix secondes après, contraction tétanique générale qui dure une minute, suivie d'une période de relâchement. La mort arrive après deux minutes.

Ces trois expériences mettent en lumière l'influence : 1° du poids des animaux; 2° du mode d'introduction, sur les résultats de l'expérience. En effet, chez les *deux* premiers chiens, 5 milligrammes de strychnine ont été administrés par la *voie sous-cutanée;* le premier a succombé, le second a survécu. Or, le premier pesait 5,700 grammes, le deuxième 9 kilogrammes. N'est-il pas évident que la différence, dans l'issue de l'expérience, dépend de l'inégalité dans les poids ?

Le troisième chien pesait 10 kilogrammes. Bien que la dose de strychnine ait été la même, il a succombé rapidement. Mais il faut remarquer que le mode d'introduction (injection intra-veineuse) a différé. C'est par cette particularité *seule* qu'il faut expliquer la terminaison fatale.

N'est-il pas surabondamment démontré, par tout ce qui précède, que l'injection directe des substances dans les veines augmente notablement la rapidité de leur action ?

Dix-septième expérience. — Chien pesant 9 kilogrammes. Injection sous-cutanée de *1 centigramme* de strychnine. Apparition des phénomènes strychniques huit minutes après l'injection. Crise tétanique bien caractérisée, avec trismus, opisthotonos, convulsions générales. L'animal succombe en dix-sept minutes.

Dix-huitième expérience. -- Injection sous-cutanée de *1 centigramme* de strychnine à un chien pesant 10,500 grammes.

L'injection faite à 2 heures 4 minutes. L'animal meurt à 2 heures 31 minutes.

Dix-neuvième expérience. — Chien de 17,500 grammes. Injection sous-cutanée de 1 centigramme de strychnine.

Depuis 2 heures 16 minutes, heure de l'injection, juqu'à 5 heures 25 minutes, l'animal a présenté tous les symptômes du tétanos strychnique. déjà décrits. A partir de 5 heures 25 minutes, les crises se sont éloignées et l'animal a survécu.

Vingtième expérience. — Quatre jours après, ce même chien qui, dès le lendemain de l'expérience précédente, avait repris toutes ses allures, reçut par la méthode sous-cutanée une injection de *1 1/2 centigramme* de strychnine.

Heure de l'injection : 2 heures 35 minutes; *heure de la mort :* 3 heures 2 minutes.

L'expérience avait duré vingt-sept minutes.

Vingt-unième expérience. — Injection sous-cutanée de 13 milligrammes de strychnine à un chien de 21 kilogrammes. L'animal a présenté toute la série des phénomènes déjà signalés dans la treizième expérience. Il a survécu.

Vingt-deuxième expérience. — Quelques jours après, injection sous-cutanée de 2 centigrammes de strychnine au même chien, complètement revenu à son état normal. *Il a succombé en dix minutes.*

Non seulement toutes ces expériences démontrent, d'une manière décisive, l'influence que le poids de l'animal et le mode d'absorption adopté exercent sur la strychnine, mais elles permettent encore de préciser à quelles doses cet alcaloïde est véritablement toxique.

Si l'on emploie la méthode intra-veineuse, il suffit de 5 milligrammes pour tuer un chien pesant 10 kilogrammes et au-dessous; de 10 à 18 kilogrammes, il faudra une dose variant entre 6 milligrammes et 1 centigramme.

Si l'on emploie la méthode hypodermique, il faudra :

1° 5 milligrammes	pour un chien	pesant moins	de 7 kilog.
2° 1 centigramme	id.	id.	de 7 à 15 kilog.
3° 1 1/2 centigramme	id.	id.	de 16 à 18 kilog.
4° 2 centigrammes	id.	id.	de 20 kilog.

Or, comme il est très rare que l'on emploie dans les expériences des chiens qui pèsent 20 kilogrammes; que, le plus souvent, le poids des animaux varie entre 8 et 12 kilogrammes, on arrive à cette conclusion que :

Une injection sous-cutanée de 1 centigramme de strychnine suffit habituellement pour amener sûrement la mort des animaux.

S'il en est ainsi, on comprendra tout ce qu'il y a de défectueux dans des expériences où, sur des lapins du poids de 2 kilogrammes et des chiens de 8 et 10 kilogrammes, on a injecté 2, 3, 4 centigrammes de strychnine dans le tissu cellulaire sous-cutané.

On sait actuellement à quelle dose la strychnine devient toxique pour un chien d'un poids déterminé; on sait aussi que le chloral administré en injection dans les veines arrête momentanément les effets, promptement mortels, de cet alcaloïde. Je me suis demandé si cette action momentanée ne pourrait pas devenir définitive, et si le chloral ne serait pas, dès lors, l'antidote de la strychnine.

Les expériences suivantes, que j'ai faites avec le plus grand soin, fourniront, je l'espère, la solution de ce problème.

Vingt-troisième expérience. — Chien pesant 8 kilogrammes. Injection simultanée dans la veine crurale d'un mélange de 2 grammes de chloral et de 5 milligrammes de strychnine. Conservation de l'animal.

Heure de l'injection : 4 heures 14 minutes. Quinze secondes après, convulsions générales qui, d'abord intermittentes, sont devenues plus rapides et presque continues.

Après cinq minutes, j'injecte de nouveau *50 centigrammes de chloral.* A partir de ce moment, le chien tombe dans un sommeil profond et bruyant. La langue, dont la muqueuse offre une teinte rosée, est pendante hors de la bouche. Tous les muscles de la face sont relâchés. Les muscles des membres antérieurs sont seuls dans la contracture; cet état dure dix-sept minutes.

4 h: 36 m. Mouvements convulsifs dans les membres antérieurs.

Rien de semblable dans les postérieurs. Le chien dort, mais son sommeil est agité et plaintif.

Détaché de la planche à expérience, il est mis à terre, il essaie de se lever; les efforts nécessaires pour cela déterminent des convulsions. La respiration est toujours accélérée et bruyante.

5 h. 3 m. Le chien essaie de se relever. Convulsions qui le renversent immédiatement. Il regarde autour de lui d'une manière intelligente.

5 h. 5 m. Il essaie de se relever.

5 h. 7 m. Mêmes tentatives sans convulsion. Le sommeil reparaît.

5 h. 15 m. L'animal s'est levé, a fait deux pas, puis il est retombé en convulsions très rapides. L'œil est bon. La respiration facile.

5 h. 32 m. Le chien a fait le tour du laboratoire. Sa marche est convulsive.

6 h. Le chien n'a plus de convulsions; il a marché. A plusieurs reprises il s'est endormi d'un sommeil qui n'a pas duré.

6 h. 30 m. L'animal, couché sur le flanc, répond quand on l'appelle, il a toujours le train postérieur paralysé. Il est dans un état de somnolence qui ressemble beaucoup à celui que produit le chloral. De loin en loin, quelques secousses convulsives.

6 h. 35 m. On présente à l'animal un vase contenant de l'eau, il boit avec avidité, mais d'une façon tout à fait convulsive.

7 h. 10 m. Calme. Des convulsions très rapides sont à peine appréciables à de rares intervalles.

10 h. Tous les mouvements convulsifs ont cessé. L'animal présente l'affaissement qui suit l'action habituelle du chloral. L'intelligence est complètement revenue.

Le lendemain, on n'observe plus aucun phénomène convulsif. L'action du chloral persiste seule.

Quelques jours après, retour à l'état normal. Ce chien a servi plus tard à une autre expérience.

Vingt-quatrième expérience. — Injection intra-veineuse de 5 milligrammes de strychnine mélangés avec 2 grammes de chloral. Chien de 8 kilogrammes.

Heure de l'injection : 2 heures 33 minutes. Convulsions 2 heures 34 minutes. Nouvelle injection de 50 centigrammes de chloral à 2 heures 47 minutes.

9 h. du soir. Tous les phénomènes strychniques ont disparu. Somnolence qui est due à l'action prolongée du chloral.

L'animal a survécu. Je n'ai pas cru devoir entrer dans plus de détails au sujet de cette expérience, ces phénomènes n'ayant été que la reproduction exacte de ceux que j'ai rapportés dans la précédente.

L'action de la strychnine avait donc été vaincue par celle du chloral injecté dans les veines à doses fractionnées. J'affirme que tous les expérimentateurs qui se mettront dans les conditions où je me suis placé, observeront toujours les particularités que je viens de signaler. On m'objectera peut-être que ces expériences pèchent par le côté pratique; on dira que s'il est intéressant de voir ces substances, administrées simultanément, se neutraliser au point que l'une annihile les effets toxiques de l'autre, il est impossible de ne pas reconnaître *que ces faits sont sans application à l'homme.* Il devenait donc indispensable de se placer dans des conditions plus physiologiques; de donner à un chien, par la méthode hypodermique, la quantité de strychnine nécessaire pour le tuer, et de combattre, dès leur apparition, les phénomènes convulsifs avec des injections intra-veineuses de chloral. Il est facile de comprendre que l'expérience, ainsi conduite, devait réaliser le type de l'empoisonnement par l'alcaloïde.

Vingt-cinquième expérience. — Chien pesant 10 kilogrammes. Première injection sous-cutanée de 5 1/2 milligrammes de strychnine. Deuxième injection de 2 milligrammes. Dès l'apparition des phénomènes convulsifs, injection de 5 gr. 50 de chloral faite en *neuf injections successives.* Conservation de l'animal.

Heure de l'injection : 2 heures 32 minutes.

2 h. 50 m. Les effets de la strychnine n'étant pas encore bien accentués, je me décide à en injecter de nouveau 1/2 milligrammes, ce

qui porte à *1 centigramme* la quantité de l'alcaloïde administrée à l'animal.

2 h. 52 m. *Première crise tétanique bien accentuée.* J'injecte aussitôt *2 gr. 50 de chloral.*

2 h. 59 m. L'animal s'endort. Sa respiration est calme et très ample. Le sommeil devient profond.

3 h. Contractions musculaires avec cris occasionnés par du bruit que l'on fait dans une salle voisine. Le sommeil n'est pas interrompu.

3 h. 2 m. Quelques contractions tétaniques occasionnées par la même cause. Le sommeil continue.

3 h. 3 m. Les contractions deviennent très violentes et générales et tendent à s'accentuer de plus en plus. Sommeil interrompu. L'animal fait entendre des cris aigus. Cet état se prolongeant pendant près de trois minutes, *je me décide à faire une deuxième injection de 50 centigrammes de chloral.*

Aussitôt l'animal tombe dans un sommeil calme et profond.

3 h. 8 m. Contractions répétées et énergiques, puis l'animal retombe dans le sommeil. Il ne fait plus entendre le moindre cri.

De 3 h. 8 m. à 3 h. 16 m., les contractions se font d'une manière à peu près continue.

3 h. 21 m. Nouvelle crise tétanique bien caractérisée. *Troisième injection de 50 centigrammes de chloral.*

A la suite de l'injection, la respiration devient très accélérée. Contractions passagères. Sommeil. Quelques plaintes.

3 h. 26 m. Nouvelle crise tétanique très forte. *Quatrième injection de 50 centigrammes de chloral.*

Relâchement musculaire subit. Respiration plus calme. Sommeil qui dure avec quelques soubresauts jusqu'à 4 heures 12 minutes.

4 h. 12 m. Convulsions générales avec trismus et opisthotonos. *Cinquième injection de 50 centigrammes de chloral.*

Calme complet. Respiration régulière. Sommeil jusqu'à 4 heures 30 minutes; à ce moment, des contractions violentes se manifestant, *je fais une injection de 75 centigrammes de chloral.*

Calme pendant un quart d'heure. Les contractions musculaires ont une tendance à se reproduire au simple attouchement d'un point quelconque du corps.

Je fais une septième injection de 50 centigrammes de chloral, suivie *d'une huitième de la même dose, à 5 heures 9 minutes.*

Jusqu'à 6 heures, alternatives de contraction et de relâchement musculaires. Sommeil presque continu et calme.

6 h. 5 m. Convulsion tétanique générale qui dure deux minutes, suivie d'une suspension momentanée de la respiration. Puis, la respiration se rétablit, et l'animal continue à dormir et à respirer librement.

6 h. 15 m. L'animal s'est réveillé en sursaut, a relevé la tête. L'œil est intelligent. Je l'ai appelé, il a fait un mouvement pour venir à moi. Je l'ai alors mis à terre. Cette manœuvre lui a occasionné une crise qui n'a

pas duré. La respiration est redevenue calme et facile. Le sommeil paraît momentanément suspendu.

6 h. 50 m. L'animal a eu une convulsion assez forte et assez longue, occasionnée par le bruit d'une porte. Après la convulsion, la respiration devient calme et longue.

7 h. 5 m. La présence de la strychnine ne se manifeste plus que par de légères contractions qui cessent presque aussitôt.

9 h. L'animal est parfaitement calme. Il marche dans le laboratoire sans éprouver le moindre mouvement convulsif.

Le lendemain il est à peu près revenu à son état normal.

En résumé, une injection sous-cutanée de *un* centigramme de strychnine (dose mortelle pour un chien de 10 kilogrammes) a été neutralisée par 8 injections intra-veineuses de chloral. La première était de 2 grammes, les 7 autres de 50 centigrammes chaque. Ces injections ont été faites au moment où les crises tétaniques paraissaient s'accentuer davantage, et où, par conséquent, l'action de l'alcaloïde paraissait l'emporter sur celle du chloral. L'intervalle entre les injections a été, en moyenne, de 15 à 20 minutes, une fois seulement de 38 minutes. Je dois ajouter que la première injection de chloral n'a été faite que lorsque le tétanos strychnique a été parfaitement accentué.

Vingt-sixième expérience. — Chien pesant 8,900 grammes. Injection sous-cutanée de *1 centigramme* de strychnine. Apparition des phénomènes tétaniques. Alors, injection intra-veineuse de 2 grammes de chloral, suivie de six autres injections dont la première de 1 gramme, les autres de 50 centigrammes.

Ces diverses injections ont été faites *chaque fois que les phénomènes convulsifs avaient une tendance à s'accentuer de plus en plus*. L'animal a survécu. *La durée totale de l'expérience a été de quatre heures et demie.*

La strychnine était neutralisée à ce moment.

Trois autres expériences semblables, que je ne fais que mentionner pour ne pas tomber dans des répétitions inutiles, m'ont donné des résultats absolument semblables.

Si nous résumons ces cinq dernières expériences, nous voyons que:

1° La strychnine a été administrée à dose toxique à tous les animaux;

2° Que j'ai toujours attendu le développement bien caractérisé du tétanos strychnique, pour injecter le chloral dans les veines;

3° Que la quantité de cette substance employée pour combattre les effets de l'alcaloïde a varié entre 5 et 6 grammes;

4° Que c'est par *doses fractionnées* de 2 grammes d'abord, puis de 50 centigrammes, injectées à des intervalles de 15 à 20 minutes, que le chloral a été mis en contact direct avec le sang;

5° Que, chaque fois que le chloral a pénétré dans le torrent circulatoire, il a amené, presque aussitôt, le relâchement musculaire et le sommeil; et que la nécessité de recourir à de nouvelles injections a été la conséquence du retour des phénomènes convulsifs;

6° Qu'après quatre ou cinq heures d'expérimentation, les effets physiologiques de la strychnine se sont affaiblis au point de disparaître complètement, pour être remplacés finalement par ceux du chloral;

7° Que la mort a été ainsi évitée, par suite de la neutralisation de la strychnine, et que, dès lors, je suis conduit, contrairement à ce qui a été dit par MM. O. Liebreich, Garnier, Camboulives, Horand et Puech, à tirer cette dernière conclusion :

Le chloral est l'antidote de la strychnine.

L'importance de ce fait n'échappera à personne, si l'on songe qu'il avait été déclaré impossible par les auteurs dont je viens de citer les noms.

Que l'on se rappelle, en effet, cette citation déjà faite, et empruntée au livre de MM. Horand et Puech :

« L'hydrate de chloral retarde la marche de l'empoisonnement par » la noix vomique, mais il ne s'oppose pas à la terminaison fatale que » l'on cherche à conjurer quand on emploie un antidote. C'est assez » dire que, pour nous, ce médicament ne peut être considéré comme » l'antidote pratique de la strychnine; en d'autres termes, *étant* » *donné chez un chien un empoisonnement bien manifeste par la strychnine*, » *le chloral sera impuissant à le combattre.* »

Et plus bas : « Si un animal est endormi par le chloral, il pourra être » réveillé par la strychnine, dont les effets domineront, tandis » qu'un sujet soumis à l'action de ce poison résistera à l'influence du « chloral. »

Quand MM. Horand et Puech auront connu et répété mes expériences, ils changeront certainement d'avis sur ce point.

Étudions maintenant le mécanisme par lequel le chloral neutralise la strychnine, au point d'annihiler ses effets, et, par suite, de la rendre inoffensive.

Lorsqu'une substance toxique pénètre dans l'organisme, il existe différents moyens de la neutraliser, suivant qu'elle est encore dans l'estomac ou qu'elle est absorbée.

Si elle est encore dans l'estomac, on peut : 1° l'évacuer par un vomitif; 2° la mettre en contact avec une substance qui, en se combinant avec elle, donnera naissance à un corps inerte ou tout au moins sans action délétère; 3° employer simultanément les deux méthodes.

Aucun de ces moyens ne pouvait être employé chez nos animaux,

puisque c'est par la voie hypodermique que la strychnine a été le plus souvent introduite dans l'organisme.

Mais si la substance est déjà dans l'appareil circulatoire, on peut essayer de l'annihiler, en soumettant à l'absorption une autre substance qui, la rencontrant dans le sang, se combinera avec elle.

La belle expérience de M. Cl. Bernard, dans laquelle l'amygdaline et l'émulsine, absorbées séparément, se combinent dans le sang et tuent l'animal, prouve que cette rencontre est possible. Or, si, dans ce cas, il est résulté de la combinaison de deux substances inoffensives un corps nouveau qui a des propriétés nuisibles, n'est-il pas permis de penser qu'un poison, même très actif, pourra perdre, au contraire, ses propriétés toxiques par un mécanisme semblable?

Était-ce le cas du chloral et de la strychnine? Évidemment non; car les nombreuses expériences que nous avons mentionnées, jusqu'à ce moment, démontrent de la manière la plus évidente qu'ils ne forment pas, en s'unissant, une combinaison, mais un simple mélange dans lequel chaque substance conserve ses propriétés.

Ce n'est donc pas par une combinaison chimique que le chloral neutralise la strychnine, mais bien par un mécanisme tout à fait physiologique. Ce mécanisme le voici :

La strychnine, *substance azotée,* surexcite le pouvoir réflexe au point de donner naissance à un véritable tétanos. Le chloral, *substance non azotée,* a une action diamétralement opposée; il affaiblit cette faculté médullaire, la fait même disparaître momentanément. Il en résulte que, si on l'administre dès l'apparition des phénomènes convulsifs, ces derniers sont aussitôt atténués, arrêtés, remplacés par le relâchement musculaire et le sommeil. Mais, par cela même que le chloral ne contient pas d'azote, il doit être plus facilement et plus vite éliminé que la strychnine, de telle sorte que la sédation durera seulement pendant le temps qu'il mettra à s'éliminer. Les convulsions reparaîtront alors et occasionneront la mort, si on ne les combat pas par de nouvelles doses de chloral. On comprend qu'en prolongeant ainsi la durée de l'expérience par des injections répétées de chloral, l'élimination de la strychnine, quoique lente, se fera néanmoins peu à peu; il arrivera un moment où cette élimination étant complète, l'action de ce puissant alcaloïde sera vaincue et neutralisée. L'animal ne présentera plus, alors, d'autres phénomènes que ceux du chloral.

En un mot, le problème peut se résumer ainsi :

Une substance promptement toxique étant introduite dans l'organisme, suspendre à l'aide d'une autre substance son action délétère, afin de lui donner le temps d'être éliminée, de devenir, par suite, inoffensive.

Après avoir indiqué à l'aide de quel mécanisme le chloral neutralise la strychnine, nous devons nous demander s'il ne découle de nos expériences aucune conséquence pratique.

La physiologie expérimentale, pour être vraiment utile, doit toujours se proposer comme but une application directe à l'homme.

Deux applications découlent de mes expériences. La première est *relative à l'empoisonnement par la strychnine,* la seconde *au traitement du tétanos.*

1° *Empoisonnement par la strychnine.* — Lorsque l'on parcourt les études les plus récemment publiées sur la strychnine, la remarquable monographie de M. Gallard, le livre de M. A. Tardieu, il est facile de se convaincre que l'antidote de cette substance n'était pas connu et, qu'à part quelques faits où le merveilleux tient la place de la vérité, tous ceux qui ont pris des doses trop élevées de cette substance ont succombé infailliblement. Mes expériences m'autorisent à penser que les *injections intra-veineuses de chloral,* employées chez un malade intoxiqué par cet alcaloïde, neutraliseront d'autant plus rapidement ses effets que jamais, toutes proportions gardées, la strychnine n'est administrée dans la pratique journalière à des doses aussi élevées que celles dont j'ai usé dans mes expériences. Je crois donc qu'il n'y aurait pas à hésiter, le cas échéant.

2° *Tétanos traumatique.* — Les injections intra-veineuses de chloral seront, j'en suis convaincu, le meilleur moyen à opposer au tétanos traumatique.

Cette manière de voir a soulevé de nombreuses objections qui trouveront mieux leur place à la suite du fait de tétanos traumatique traité par cette méthode. Je crois donc plus opportun de renvoyer la discussion à la fin de ce travail.

DEUXIÈME PARTIE.

La strychnine est-elle l'antidote du chloral?

CHAPITRE PREMIER

Je viens de démontrer que le chloral est l'antidote de la strychnine, il est logique de se demander si la réciproque est vraie.

Voici comment s'exprime sur ce point M. O. Liebreich dans une note qu'il a adressée à l'Académie des sciences. (*Comptes-Rendus,* t. LXX, p. 403, 1870.)

« Deux lapins reçoivent chacun 2 grammes de chloral (dose mortelle); après une demi-heure, tous deux se trouvent dans un sommeil narcotique profond; la résolution musculaire est telle, que tout leur

corps se trouve dans un relâchement musculaire complet qui rappelle celui d'un cadavre; la respiration est faible et ralentie. On injecte alors à l'un des deux 1 1/2 milligramme de strychnine. Déjà, 10 minutes après cette injection, la respiration commence à revenir plus active, l'animal réagit quand on l'irrite, mais il n'y a pas de convulsions, les muscles retrouvent leur tonicité. Quand on étend les pattes de l'animal il les retire à lui. 2 heures après, le lapin est assis, et 4 heures après l'injection, il est tout à fait revenu à son état normal. L'autre lapin, au contraire, qui n'avait pas reçu de strychnine, est mort 2 heures et demie après l'application du chloral.

» Un troisième lapin qui n'avait pas reçu de chloral, maïs seulement 1 1/2 milligramme de nitrate de strychnine, mourut 10 minutes plus tard, après de violentes convulsions tétaniques. Rien de semblable ne s'était montré, après l'injection de la strychnine, chez le lapin qui avait reçu du chloral préalablement. Il résulte de ces expériences que la strychnine, administrée après une dose trop forte de chloral, en abrège et diminue l'effet, et cela sans produire l'action nuisible qui lui est propre. »

Donc les expériences de M. O. Liebreich peuvent se résumer ainsi :

1° Une injection hypodermique de 2 grammes de chloral est mortelle pour les lapins (p. 404).

2° Un injection de 1 1/2 milligramme de strychnine est également mortelle (p. 404).

3° Si l'on fait à un lapin une injection sous-cutanée de 1 1/2 milligramme de strychnine, alors même que les effets produits par une injection sous-cutanée de 2 grammes de chloral (dose mortelle) ont commencé à se manifester, ces effets sont rapidement enrayés et l'animal revient à la vie. Il succombe, au contraire, si l'on n'injecte pas de strychnine (p. 404).

Conclusion. — *La strychnine est l'antidote du chloral.*

La lecture de cette note a fait naître dans mon esprit des doutes que les faits suivants sont venus confirmer.

1° Est-il vrai qu'une dose de 2 grammes de chloral, injectée dans le tissu cellulaire sous-cutané, soit suffisante pour occasionner la mort chez les lapins?

Première expérience. — Jeune lapin du poids de 1 kilogramme. Injection sous-cutanée de 2 grammes de chloral. Après dix minutes, sommeil, affaiblissement musculaire et de la sensibilité. L'animal, injecté à 2 heures 30 minutes, a succombé le soir.

Deuxième expérience. — Lapin pesant 1,350 grammes. Injection sous-cutanée de 2 grammes de chloral. Phénomènes caractéristiques du

chloral. Sommeil. Perte des mouvements volontaires et réflexes. Abolition de la sensibilité. Le soir, tous les phénomènes ont disparu, l'animal a survécu.

Troisième expérience. — Injection sous-cutanée de 2 grammes de chloral à un lapin de 1,850 grammes. Apparition des phénomènes caractéristiques. L'animal a survécu.

Quatrième expérience. — Lapin pesant 3,085 grammes. Première injection de 2 grammes de chloral. Phénomènes caractéristiques, qui se dissipèrent bientôt. Deuxième injection de 1 gramme de chloral, trois heures après la première. L'animal, qui avait reçu 3 grammes de chloral, a parfaitement survécu.

Conclusion de cette première série d'expériences. — Si la dose de 2 grammes de chloral injectée dans le tissu cellulaire est quelquefois mortelle pour les lapins (exp. 1), elle ne l'est pas toujours (exp. 2, 3, 4).

2° *Une injection hypodermique de 1 1/2 milligramme de strychnine constitue-t-elle une dose mortelle pour les lapins?*

Cinquième expérience. — Lapin pesant 800 grammes. Injection sous-cutanée de 1 1/2 milligramme de strychnine. Après sept minutes, crises tétaniques. Mort en douze minutes.

Sixième expérience. — Lapin pesant 1,350 grammes. Injection de 1 1/2 milligramme de strychnine. Trois minutes après, crise tétanique qui a duré trois minutes, suivie de mouvements convulsifs qui n'ont pas cessé jusqu'à la mort.

Septième expérience. — Au lapin pesant 1,850 grammes, qui avait, trois jours auparavant, reçu, sans en ressentir aucun effet fâcheux, 2 grammes de chloral, j'injectai 1 1/2 milligramme de strychnine. L'animal a eu deux crises tétaniques légères, après lesquelles il est revenu à son état normal. Il a fallu 2 milligrammes de strychnine pour amener la mort.

Huitième expérience. — Lapin de 3 kilogrammes. Première injection de 1 1/2 milligramme de strychnine. Deux crises convulsives, puis retour à l'état normal. Quelques jours après, deuxième injection de 2 milligrammes. Nouvelles crises tétaniques qui se dissipèrent bientôt. Ce lapin n'a succombé qu'à une troisième injection de 2 1/2 milligrammes de strychnine.

Conclusion de cette seconde série d'expériences. — Si 1 1/2 milligramme de strychnine peut occasionner la mort chez quelques lapins (exp. 5 et 6), il ne l'occasionne pas chez d'autres (exp. 7 et 8).

A quoi tiennent les différences dans les résultats observés par M. Liebreich et par moi ? Elles tiennent incontestablement au mode d'expérimentation et surtout au poids de l'animal dont il paraît s'être peu préoccupé.

Si, confiant dans l'affirmation de M. Liebreich, que 2 grammes de chloral constituent une dose mortelle, j'avais, dans le but de neutraliser cette dose, injecté 1 1/2 milligramme de strychnine au lapin qui fait l'objet de la *septième* expérience, on aurait certainement invoqué, comme favorable à sa thèse, le résultat heureux que j'ai signalé. Or, ce lapin a supporté, sans mourir, la dose de 2 grammes de chloral, et, quelques jours après, celle de 1 1/2 milligramme de strychnine. D'où cette conclusion que 1 1/2 milligramme de strychnine aurait paru, dans ce cas, avoir empêché de mourir, par le chloral, un animal qui ne serait pas mort sans cela. Du reste, ce n'est pas seulement dans sa note à l'Académie des sciences que M. Liebreich ne fait aucune mention du *poids exact* des animaux; dans son mémoire, *l'Hydrate de chloral*, traduit par Is. Levaillant, on lit :

Obs. VII. — Je me suis servi d'un grand lapin noir, très agile, qui reçut 1 gramme de chloral (p. 29). Ce lapin a survécu.

Obs. VIII. — Je pris un *grand* lapin qui reçut 1 gramme de chloral (p. 31). L'animal a survécu.

Obs. IX. — Quatre lapins de *moyenne grandeur* reçurent : les deux premiers, 90 centigrammes de chloral; le troisième, 1 gr. 80; le quatrième, 3 gr. 60 (p. 33). Les trois premiers survécurent, le quatrième mourut.

Obs. X et XI. — Il s'agit de deux lapins noirs de *moyenne grandeur*. Le premier reçut 2 grammes, le second 2 gr. 50 (p. 34 et 35). Ils succombèrent tous les deux.

Ces six dernières observations ne démontrent-elles pas, jusqu'à l'évidence, l'action qu'exerce le poids de l'animal sur le résultat de l'expérience ? Les six lapins étaient de moyenne grandeur. Or, le chloral qui n'a pas tué les uns a fait mourir les autres. Ils se ressemblaient cependant tous par la taille, les doses de chloral injectées étant seules différentes. Donc le même poids nécessite les mêmes doses, qui doivent varier avec lui.

Conclusion. — Il est possible que la strychnine soit l'antidote du chloral, mais les expériences de M. O. Liebreich, reposant à leur point de départ sur une donnée expérimentale défectueuse, sont insuffisantes pour le démontrer.

CHAPITRE DEUXIÈME.

Les expériences de M. O. Liebreich, tendant à prouver que la strychnine est l'antidote du chloral, reposent donc sur une donnée expérimentale défectueuse; ni 2 grammes de chloral, ni 1 1/2 milligramme de strychnine ne constituent, pour les lapins, des doses

absolument mortelles. Les faits suivants achèveront de lever tous les doutes à cet égard.

Première expérience. — A 5 heures 50 minutes, j'ai injecté 3 grammes de chloral dans le tissu cellulaire de la région dorso-lombaire à un lapin du poids de 2,200 grammes.

6. h. 5 m. Apparition des premiers troubles, caractérisés par l'affaiblissement du train postérieur.

6 h. 30 m. Sommeil, paralysie complète des mouvements volontaires et réflexes, diminution notable de la sensibilité.

8 heures. Tous les phénomènes caractéristiques du chloral sont des mieux accentués; ralentissement notable de la respiration (15 inspirations à la minute). Abaissement de la température, 36°.

10 heures du soir. Le même état persiste.

Le lendemain, je trouvai le lapin courant dans mon laboratoire.

Deuxième expérience. — A un lapin pesant 2 kilogrammes j'ai injecté 3 grammes de chloral. Les phénomènes physiologiques du chloral commencent à se manifester douze minutes après l'injection.

Après deux heures, sommeil profond, abolition de tous les mouvements. Le lapin, étendu sur le côté droit, paraît mort. Saisi par la peau du dos, il présente exceptionnellement une certaine rigidité qui semble cadavérique. La température a notablement diminué, 31°. Malgré cet état de mort apparente, le pincement des oreilles fait éprouver de la douleur à l'animal, qui pousse des cris. Respiration très ralentie (14).

10 heures du soir. Même état.

Le lendemain matin, je constatai que tous les phénomènes précédents s'étaient dissipés et que le lapin était revenu à son état normal.

Troisième expérience. — Lapin pesant 2,050 grammes. Injection sous-cutanée de 3 gr. 50 de chloral. Heure de l'injection, 2 heures 30 minutes. Apparition des premiers symptômes, 2 heures 45 minutes. Phénomènes franchement caractéristiques, 3 heures 15 minutes.

10 heures du soir. Sommeil, paralysie des mouvements volontaires et réflexes, abolition presque générale de la sensibilité, qui persiste à l'extrémité des oreilles (c'est un caractère qui est presque constant). Température, 34°5'.

L'animal a survécu.

Quatrième expérience. — Lapin du poids de 1,950 grammes. Injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral. Heure de l'injection, 2 heures 22 minutes.

2 h. 30 m. Paralysie commençant dans le train postérieur.

2 h. 37 m. Relâchement musculaire complet, sommeil. La sensibilité persiste, quoique amoindrie. 26 inspirations. Température, 37°.

3 h. 13 m. Insensibilité, excepté à l'extrémité des oreilles. Température, 36°. 16 inspirations.

4 h. 22 m. Mêmes phénomènes généraux. Température, 35°. 15 Inspirations.

5 h. 10 m. Température, 34°. 12 inspirations.

5 h. 42 m. Mêmes phénomènes généraux. Température, 33°. 11 inspirations par minute.

L'animal meurt à 8 heures du soir.

J'ai répété plusieurs fois cette dernière expérience, en ayant le soin de me placer dans les mêmes conditions, j'ai toujours observé le même résultat, c'est-à-dire la mort des animaux.

Si l'on analyse les expériences précédentes, il est facile de reconnaître que j'ai choisi des lapins ayant tous à peu près le même poids. Le premier pesait 2,200 grammes; le deuxième, 2 kilogrammes; le troisième, 2,050; le quatrième, 1,950 grammes.

Mon but, en agissant ainsi, était de rechercher quelle était la dose de chloral véritablement mortelle pour des lapins d'un poids déterminé. Je voulais éviter par là de tomber dans l'erreur commise par M. O. Liebreich, faute d'avoir observé cette donnée expérimentale. Or, ces quatre expériences prouvent :

1° Que les lapins pesant 2 kilogrammes environ, loin de succomber à une injection sous-cutanée de 2 grammes de chloral, ainsi que M. Liebreich l'avait affirmé, peuvent recevoir impunément 3 grammes ou 3 gr. 50 de cette substance;

2° Que vouloir empêcher la mort avec des injections sous-cutanées de 1 1/2 milligramme de strychnine, chez des lapins du poids de 2 kilogrammes, qui ont reçu une dose de chloral supérieure à 2 grammes et inférieure à 3 gr. 50, c'est combattre une terminaison que la strychnine ne pouvait pas empêcher, *puisque cette terminaison ne serait pas arrivée sans elle;*

3° Que les lapins du poids de 2 kilogrammes succombent constamment à la suite d'une injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral.

Ce dernier fait une fois bien établi, je me suis posé cette question : *Est-il vrai que la strychnine soit l'antidote du chloral ?*

L'expérimentation seule pouvait la résoudre. Aussi ai-je entrepris une nouvelle série d'expériences, dans laquelle j'ai opposé à 4 grammes de chloral (dose mortelle pour les lapins du poids de 2 kilogrammes, une injection sous-cutanée de 1 1/2 milligramme de strychnine.

Je me hâte de faire remarquer que, dans le choix de cette dose de strychnine (1 1/2 milligramme), administrée comme antidote, je n'ai cédé ni à l'influence du hasard ni à l'exemple de M. O. Liebreich. J'ai démontré, dans ma première partie, que 1 1/2 milligramme de strych-

nine ne tue pas un lapin de 2 kilogrammes. Or, il m'a paru physiologique de combattre l'intoxication certaine, occasionnée par 4 grammes de chloral, à l'aide d'une quantité de strychnine qui ne fût pas toxique; j'évitais par là de soumettre l'animal à une double cause d'empoisonnement.

Cinquième expérience. — Lapin pesant 2,200 grammes. Injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral, combattue par 1 1/2 milligramme de strychnine. Mort.

A 5 heures 5 minutes, je fais à un lapin du poids indiqué une injection de 4 grammes de chloral; en moins de huit minutes apparaissent les phénomènes caractéristiques : affaiblissement du train postérieur, troubles de la sensibilité, tendance au sommeil.

5 h. 23 m. Ces phénomènes étant beaucoup plus accentués, j'injecte dans le tissu cellulaire 1 1/2 milligramme de strychnine. A ce moment, la température est de 38°5'.

Jusqu'à 8 heures du soir, la présence de la strychnine ne se manifeste par aucun phénomène apparent.

8 heures du soir. L'animal vit encore. L'insensibilité est complète. La respiration est devenue très lente. L'animal n'a pas présenté le moindre phénomène convulsif. Température, 35°. Les inspirations ont si peu d'amplitude qu'il faut une certaine attention pour les remarquer. Elles diminuent même avec une telle rapidité, que l'animal meurt à 8 heures 15 minutes. Au moment de la mort, il a régurgité une certaine quantité de liquide incolore et gluant.

Le lendemain, le lapin présentait la rigidité cadavérique caractéristique de la strychnine.

Autopsie cadavérique. — J'ai recueilli les urines, que j'ai traitées :

1° Avec le bi-iodure de potassium;

2° Avec la décoction de noix de galle.

Avec le bi-iodure de potassium, elles ont donné un précipité granuleux indiquant la présence d'un alcaloïde; avec la noix de galle, précipité blanc.

La décoction du foie et de la rate, traités de la même façon, ont donné les mêmes résultats.

La strychnine à dose non toxique n'ayant pas suffi à neutraliser l'action du chloral, je l'ai administrée à la dose de 2 milligrammes (dose toxique).

Sixième expérience. — A 2 heures, je fis à un lapin du poids de 1,950 grammes une injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral.

Vingt-six minutes après, tous les phénomènes caractéristiques du chloral étant très prononcés, injection sous-cutanée de 2 milligrammes de strychnine (dose mortelle pour un lapin de 2 kilogrammes, lorsque la strychnine est injectée seule).

La présence de la strychnine ne s'est manifestée par aucun signe

appréciable, et l'animal a succombé le soir, après avoir offert un tableau semblable en tous points à celui de l'expérience précédente.

Les urines, la décoction de foie et de rate, traitées comme il a été dit plus haut, ont donné lieu aux mêmes précipités. Roideur cadavérique strychnique.

Septième expérience. — Lapin pesant 750 grammes. Injection sous-cutanée de 2 grammes de chloral (dose mortelle pour un lapin pesant moins de 1 kilogramme). En dix minutes, apparition des phénomènes produits par cette substance; dix-neuf minutes après, injection sous-cutanée de 1 1/2 milligramme de strychnine. L'animal a succombé sans avoir présenté le moindre symptôme que l'on pût attribuer à la strychnine. Mêmes particularités, relativement à l'examen des urines, de la décoction de foie et de rate. Roideur cadavérique strychnique

Conclusions. — 1° La dose de 4 grammes de chloral, injectée dans le tissu cellulaire, est fatalement mortelle pour des lapins du poids de 2 kilogrammes. Il en est de même de la dose de 2 grammes, pour des lapins pesant moins de 1 kilogramme.

2° Si, lorsque les effets produits par cette injection de chloral se sont franchement manifestés, on essaye de les combattre et de les arrêter en injectant 1 1/2 milligramme ou 2 milligrammes de strychnine (la première de ces deux doses n'étant pas mortelle, la seconde l'étant, au contraire, pour un lapin de 2 kilogrammes), les animaux succombent dans l'un et l'autre cas.

3° Pendant toute la durée de l'expérience, depuis le moment où la strychnine est introduite dans l'organisme jusqu'à la mort, aucun phénomène ne révèle sa présence. La rigidité cadavérique, ainsi que les précipités fournis par les urines, la décoction de foie et de rate traitées par le bi-iodure de potassium et la décoction de noix de galles, sont les seules particularités qui ne permettent de conserver aucun doute sur l'absorption de l'alcaloïde.

4° Quoique les expériences précédentes semblent renverser l'opinion de M. O. Liebreich, que la strychnine est l'antidote du chloral, je ne veux pas me hâter de tirer cette conclusion, de nouvelles expériences me paraissant encore nécessaires pour fixer définitivement les idées sur ce point.

CHAPITRE TROISIÈME

J'ai établi, jusqu'à ce moment : 1° que l'injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral constitue une dose fatalement mortelle pour les lapins du poids de 2 kilogrammes; 2° que si, les effets du chloral une fois produits, on injecte dans le tissu cellulaire 1 1/2 milligramme de strychnine (dose non mortelle pour des lapins de 2

kilogrammes), ou 2 milligrammes (dose mortelle), la strychnine ne modifie en rien les effets toxiques du chloral et ne donne lieu à aucun phénomène prouvant qu'elle ait été absorbée.

Malgré les expériences si précises qui établissent ces deux faits, je ne veux pas me hâter de conclure, contrairement à M. O. Liebreich, que la strychnine n'est pas l'antidote du chloral. Aussi ai-je voulu, pour lever tous les doutes à ce sujet, opposer à l'action toxique de 4 grammes de chloral des doses successivement croissantes de strychnine.

Première expérience. — J'ai injecté 4 grammes de chloral à un lapin du poids de 2,200 grammes.

Douze minutes après (heure de l'expérience, 2 heures 13 minutes), j'ai pu constater les premiers phénomènes caractéristiques : tendance au sommeil, affaiblissement du train postérieur, titubation, pas de trouble de la sensibilité.

2 h. 55 m. Sommeil profond. La paralysie musculaire est complète. Le nombre des respirations, qui, au début, était de 54, est tombé à 45 par minute. Température, 37°. La sensibilité persiste, quoique affaiblie; elle est surtout manifeste à l'extrémité des oreilles (caractère constant).

A ce moment, injection sous-cutanée de 2 1/2 milligrammes de strychnine.

3 h. 50 m. Aucun phénomène attribuable à la strychnine ne s'est encore montré spontanément; mais, si l'on frappe un coup violent sur la table où l'animal est couché, on constate des contractions générales qui cessent aussitôt.

4 h. 10 m. Sommeil continu, relâchement musculaire absolu, 42 respirations. Température, 35°

5 h. 25 m. 40 inspirations. Température, 34°. Aucun phénomène spontané n'indique la présence de l'alcaloïde. Toutefois, quand l'animal se soulève, ou si je le laisse retomber violemment, il se produit un soubresaut général qui n'a pas de durée.

8 heures. Le lapin vit encore. Température, 31°. 11 respirations. Aucun signe de l'intoxication strychnique ne se manifeste, sauf une certaine rigidité dans le train postérieur; l'insensibilité est absolue; battements du cœur à peine perceptibles. L'animal succombe à 10 heures du soir.

Examen cadavérique : traitées par le bi-iodure de potassium et la décoction de noix de galle, les urines ne donnent aucun précipité; elles donnent, au contraire, un précipité blanc, soluble dans l'ammoniaque (chlorure) avec l'azotate d'argent.

La décoction de foie et de rate donne, avec le bi-iodure de potassium, un précipité granuleux caractéristique de la présence d'un alcaloïde; avec la décoction de noix de galle, un précipité blanc.

Deuxième expérience. — Lapin pesant 2 kilogrammes. 2 heures 12 mi-

nutes, injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral. 2 heures 30 minutes, apparition des premiers phénomènes. 2 heures 47 minutes, l'action du chloral étant bien accentuée, injection dans le tissu cellulaire de 3 milligrammes de strychnine.

3 h. 5 m. Sommeil profond. 42 inspirations. Température, 37°. Aucun symptôme spontané indiquant l'absorption de la strychnine ne s'est encore manifesté; mais, comme dans la précédente expérience, un coup violent frappé sur la table où l'animal est couché détermine une convulsion générale qui ne fait que paraître et disparaître, sans troubler en rien les conditions où l'animal se trouve avant la convulsion.

3 h. 8 m. J'introduis le thermomètre dans la bouche pour apprécier la température. Le contact que je suis obligé d'exercer détermine une crise tétanique bien tranchée qui dure quelques secondes.

3 h. 40 m. Le bruit produit par une planche, qu'un lapin a fait tomber, provoque une crise absolument semblable à la précédente, puis l'animal retombe dans le sommeil.

J'ai fait alors recueillir les gaz de la respiration, à l'aide d'un aspirateur en caoutchouc. Ils ont troublé une dissolution d'azotate d'argent dans laquelle ils barbottent. Ce précipité est soluble dans l'ammoniaque.

7 h. 15 m. La température est descendue à 31°. Le corps est froid au toucher. 17 inspirations, battements du cœur à peine sensibles; l'insensibilité générale est absolue. L'animal succombe vers 9 heures du soir.

En somme, les phénomènes observés pendant cette expérience offrent la plus grande analogie avec ceux qu'a présentés l'expérience précédente. Je ferai remarquer, cependant, que les symptômes dûs à l'absorption de la strychnine, quoique n'ayant jamais eu un caractère spontané, m'ont paru plus accentués.

Troisième expérience. — Lapin pesant 1,900 grammes. A 2 heures 7 minutes, injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral. 2 heures 18 minutes, sommeil chloralique, relâchement musculaire, persistance de la sensibilité. Température 38°. Respiration (57). Injection de 4 milligrammes de strychnine.

2 h. 25 m. Un coup violent frappé sur la table détermine de légères contractions générales. A part ce phénomène, rien n'indique l'absorption de la strychnine.

2 h. 35 m. Le moindre bruit, une parole un peu élevée, provoque des crises tétaniques très manifestes.

2 h. 45 m. Température, 39°. La respiration est accélérée, on n'observe encore aucun symptôme strychnique spontané.

2 h. 56 m. Convulsion tétanique *spontanée* qui dure une minute, puis cesse pour recommencer à 3 heures.

3 h. 10 m. Convulsions saccadées et spontanées du diaphragme, respiration très rapide et bruyante.

3 h. 15 m. La respiration devient anxieuse, difficile et se ralentit. Le bruit, même très violent, et les coups donnés sur la table ne lui occasionnent plus de convulsions tétaniques. La sensibilité, quoique très émoussée, persiste cependant. Température descendue à 37°. L'animal régurgite une certaine quantité de liquide incolore.

3 h. 25 m. L'excitabilité musculaire reparaît. Si l'on frappe légèrement sur une partie quelconque du corps de l'animal, on provoque des convulsions de très courte durée. Les battements cardiaques sont très irréguliers, la respiration l'est également.

4 h. Température descendue à 35°. Respiration lente et saccadée.

7 h. Ralentissement de la respiration, 9 inspirations par minute. Température : 32°. L'insensibilité est complète partout.

7 h. 30 m. Le thermomètre est fixe à 31°. 8 respirations par minute. L'animal est froid au toucher. Les mouvements réflexes dûs à la strychnine n'ont cependant pas disparu complètement, car si l'on frappe un coup violent sur la table, il éprouve encore des contractions caractéristiques, mais faibles.

8 h. L'animal succombe.

Les urines analysées donnent, avec l'azotate d'argent, un précipité abondant soluble dans l'ammoniaque; avec le bi-iodure de potassium, un précipité marron granuleux; avec la décoction de tannin, un précipité blanc abondant.

La décoction de foie et de rate donne les mêmes précipités avec le bi-iodure de potassium et la décoction de tannin.

Quatrième expérience. — Lapin pesant 2,200 grammes.

2 h. 45 m. Injection de 4 grammes de chloral.

2 h. 65 m. Phénomènes chloraliques très accentués; injection de 5 milligrammes de strychnine.

3 h. 53 m. Sommeil profond, respiration régulière (24). Température, 35°. Le moindre bruit provoque des contractions générales. Il en est de même si l'on pince les oreilles ou si l'on frappe un coup sur la tête.

4 h. 25 m. Une certaine rigidité se montre dans le train postérieur, mais l'animal n'a pas de crises tétaniques spontanées; j'ajoute que, contrairement à ce qui s'est passé dans la précédente expérience, il n'en a jamais eu.

A partir de ce moment, la respiration devient de plus en plus lente, et la température s'abaisse avec rapidité.

A 5 heures du soir, le thermomètre marque 32°. Le nombre des inspirations est de 7 par minute.

L'animal a succombé vers 7 heures 30 minutes.

S'il est impossible de nier l'action de la strychnine dans ces dernières expériences, mais surtout dans la troisième, il est juste d'ajouter que, non seulement cette action n'a pas neutralisé celle du chloral, mais qu'elle a, a contraire, précipité le résultat final, c'est-à-dire la mort de l'animal.

Conclusions. — 1° Si l'on injecte de la strychnine à dose faible et non toxique (1 1/2 milligramme), ou à dose plus élevée et toxique (2 milligrammes, 2 1/2 milligrammes, 3 milligrammes), enfin à dose plus élevée encore (4 et 5 milligrammes), pour combattre les effets déterminés, chez des lapins du poids de 2 kilogrammes environ, par une injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral (dose toujours mortelle), la strychnine ne modifie aucunement l'action de cette dernière substance, et les animaux succombent d'autant plus vite que la dose de l'alcaloïde est plus élevée.

2° La strychnine, contrairement à l'opinion de M. O. Liebreich, n'est donc pas l'antidote du chloral.

3° Cette opinion de M. O. Liebreich repose sur un vice d'expérimentation.

CHAPITRE QUATRIÈME.

Je crois avoir démontré que les expériences de M. O. Liebreich, tendant à établir que la strychnine est l'antidote du chloral, reposent sur une donnée expérimentale défectueuse; que les effets produits par une injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral, dose mortelle pour les lapins pesant 2 kilogrammes, ne peuvent être enrayés par des injections hypodermiques de 1 1/2, 2, 3, 4, 5 milligrammes de strychnine. J'en ai conclu que la strychnine n'était pas l'antidote du chloral.

Les dernières expériences que je vais mentionner actuellement ajouteront une preuve nouvelle et décisive à cette démonstration.

De nombreuses expériences m'ont appris : 1° que la strychnine, introduite directement dans les veines, manifeste instantanément son action par des crises convulsives, caractéristiques, qui se terminent en quelques minutes par la mort, si la dose de l'alcaloïde est suffisamment élevée; 2° que les quantités de cette substance, nécessaires pour amener ce résultat, sont toujours moindres lorsqu'on remplace, pour son introduction dans l'organisme, la voie hypodermique par la voie veineuse.

Il en résulte qu'opposer aux phénomènes produits par le chloral l'action de la strychnine injectée dans l'appareil circulatoire, c'était peut-être fournir un appui à la thèse soutenue par M. O. Liebreich. Je n'ai cependant pas hésité à placer l'expérimentation sur ce terrain. Connaissant déjà la dose de chloral (4 grammes) qui est mortelle pour des lapins du poids de 2 kilogrammes, j'ai cherché quelle est la dose de strychnine qui, chez les mêmes animaux et dans des conditions de poids identiques, devient également mortelle.

Première expérience. — Lapin pesant 1,950 grammes. Injection intra-veineuse d'*un demi-milligramme* de strychnine. Aussitôt l'animal est pris de mouvements tétaniques, trismus, opisthotonos, avec contracture des quatre membres. Cette crise dure deux minutes; elle est suivie d'un relâchement musculaire de courte durée, car de nouvelles convulsions se succèdent, en laissant entre elles de courts intervalles, pendant un quart d'heure environ. Alors le lapin fait des efforts pour se relever sur ses pattes. Il n'y parvient pas sans éprouver quelques mouvements convulsifs passagers. Finalement, l'animal survit.

Donc, un 1/2 milligramme de strychnine injecté dans les veines détermine un tétanos strychnique instantané, mais non mortel.

Deuxième expérience. — Lapin pesant 2 kilogrammes. Injection, dans la veine crurale droite, d'*un milligramme* de strychnine. Immédiatement, crise de tétanos strychnique, qui a duré d'une manière continue pendant trois minutes, après lesquelles l'animal a succombé.

Conclusion. — Une injection intra-veineuse de 1 milligramme de strychnine détermine immédiatement l'apparition des effets de cette substance, qui occasionne rapidement la mort chez les lapins du poids de 2 kilogrammes. Ce fait établi, j'ai commencé par essayer de combattre l'intoxication produite par l'injection hypodermique de 4 grammes de chloral (dose mortelle), à l'aide d'une injection intra-veineuse de 1 milligramme de strychnine (dose mortelle).

Troisième expérience. — Lapin pesant 2,200 grammes. Injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral faite à 2 heures 45 minutes. Apparition des phénomènes caractéristiques du chloral à 2 heures 53 minutes. Alors injection dans la veine crurale droite d'un milligramme de strychnine.

2 h. 58 m. Sommeil profond, relâchement musculaire complet, affaiblissement de la sensibilité. Aucun phénomène strychniqne spontané ne s'est encore montré. Toutefois, quand on soulève l'animal et qu'on le laisse tomber, il se manifeste une convulsion générale, qui cesse aussitôt.

3 h. 10 m. Le sommeil continue, l'insensibilité est presque complète; le bruit fait près de l'animal, par un coup violent sur la table où il est étendu, ne détermine aucune contraction.

6 h. 55 m. Même état. Pas le plus léger symptôme d'intoxication strychnique. Le sommeil est profond, l'insensibilité absolue, ainsi que l'immobilité. Respiration très lente (12); température, 32°.

L'animal succombe à 9 heures 30 minutes du soir.

Il résulte de cette expérience qu'une injection intra-veineuse de 1 milligramme de strychnine, si rapidement mortelle lorsque la substance est introduite, seule, dans l'appareil circulatoire, n'a même pas manifesté sa présence chez un lapin placé déjà sous l'influence d'une dose mortelle de chloral.

Quatrième expérience. — Lapin pesant 1,900 grammes.

5 h. 2 m. Injection hypodermique de 4 grammes de chloral.

5 h. 13 m. Apparition des phénomèmes du chloral. A ce moment, injection dans la veine crurale gauche de 2 1/2 milligrammes de strychnine.

Aussitôt l'injection faite, l'animal a eu, dans l'espace de cinq minutes, quatre crises tétaniques bien tranchées; puis, il est retombé dans le relâchement musculaire, l'insensibilité presque absolue, le sommeil.

5 h. 22 m. Les crises tétaniques sont arrêtées. Respiration précïpitée (114); température, 37°.

5 h. 38 m. Sommeil profond; respiration précipitée, quoique descendue à 80°. Un coup sur la table détermine à peine quelques mouvements convulsifs. Relâchement musculaire.

10 heures du soir. Même état. La sensibilité est presque entièrement abolie. Respiration moins accélérée (56); température, 37°.

Le lendemain, à 10 heures du matin, l'animal dort toujours. Respiration plus calme (39). Résolution musculaire aussi complète que possible. La sensibilité paraît un peu revenue. Si l'on pince, en effet, les oreilles, l'animal se réveille, fait entendre quelques cris, et exécute quelques mouvements avec la tête. Température, 32°.

1 h. 50 m. Respirátion (22); température, 30°. Le sommeil continue.

L'animal succombe à 5 heures du soir.

Cette expérience, commencée la veille à 2 heures 45 minutes, a donc duré vingt-six heures. Bien que le lapin soit mort en présentant tous les symptômes de l'intoxication chloralique, il est possible cependant que la dose élevée de 2 1/2 milligrammes de strychnine ait pu contribuer à retarder cette terminaison.

Cinquième expérience. — Lapin pesant 1,800 grammes.

10 h. 18 m. du matin. Injection sous-cutanée de 6 grammes de chloral.

10 h. 28 m. Apparition des phénomènes chloraliques. J'injecte alors 3 milligrammes de strychnine dans la veine crurale droite.

Convulsion strychnique immédiate, qui a duré une minute. Depuis ce moment :

10 h. 32 m. jusqu'à 10 h. 36 m., sept crises tétaniques, séparées par des intervalles de quelques secondes.

10 h. 37 m. Les crises cessent; le relâchement musculaire redevient complet. Lorsqu'on soulève l'animal et qu'il retombe sur la table, il a encore des mouvements convulsifs généraux, qui cessent aussitôt. Sommeil; abolition notable de la sensibilité.

5 h. du soir. Respiration lente (12); température, 32°.

10 h. 12 inspirations; température à 30°; insensibilité absolue. L'animal succombe quelques instants après. Il a vécu douze heures après l'injection du chloral.

Sixième expérience. — Lapin pesant 1,850 grammes. Injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral, combattue par une injection intraveineuse de 5 milligrammes de strychnine.

L'animal a eu aussitôt des crises tétaniques extrêmement violentes, qui n'ont pas discontinué pendant vingt minutes. Les phénomènes du chloral se sont alors manifestés de nouveau, interrompus de loin en loin par quelques convulsions.

Après deux heures, respiration calme, mais lente; sommeil profond. Tous les symptômes strychniques ont cessé. Toutefois, on observe de la roideur dans le train postérieur.

L'animal succombe à ce moment.

Septième expérience. — Lapin pesant 1,800 grammes, ayant reçu une injection sous-cutanée de 4 grammes de chloral. Injection dans la veine crurale droite de 7 1/2 milligrammes de strychnine. Immédiatement, crise tétanique, qui dure vingt minutes, avec des intermittences rapides.

Pendant les treize minutes suivantes, l'animal a eu des alternatives de relâchement musculaire et de convulsions; mais il a succombé après une crise tétanique bien caractérisée.

Huitième expérience. — Faite dans les mêmes conditions que les précédentes, avec cette différence que la dose de strychnine injectée dans la veine crurale a été de 1 centigramme.

L'injection de strychnine avait été faite à 2 heures 55 minutes. L'animal a succombé à un tétanos strychnique foudroyant.

Conclusions. — 1° Non seulement l'injection intra-veineuse de 1 milligramme de strychnine (dose mortelle pour un lapin de 2 kilogrammes) n'empêche pas l'animal, placé sous l'influence toxique de 4 grammes de chloral, de succomber, mais la présence de l'alcaloïde ne se manifeste par aucun phénomène spontané caractéristique.

2° L'injection intra-veineuse de 2 1/2 milligrammes de strychnine occasionne des convulsions spontanées, bien caractérisées. Elle a semblé, dans un cas, retarder la mort de l'animal, sans l'empêcher, car il a succombé en présentant tous les phénomènes de l'intoxication par le chloral.

3° A mesure que l'on augmente la dose de la strychnine (3, 4, 5 milligrammes) la mort arrive avec une rapidité qui va toujours croissant, et les propriétés de cette substance semblent s'accentuer de plus en plus.

4° Si l'on augmente encore les doses (7 1/2 milligr. 1 centigramme), l'action du chloral est alors complètement effacée, et l'animal meurt par la strychnine. L'antidote devient ainsi agent toxique.

5° Que l'on combatte les effets du chloral, administré à dose mortelle, à l'aide de la strychnine introduite par la voie hypodermique ou par la voie intra-veineuse, l'animal succombe toujours; le plus souvent, par suite de l'action de la première substance, quelquefois cependant par suite de la deuxième (expériences 7 et 8).

6° La strychnine n'est donc pas l'antidote du chloral.

TROISIÈME PARTIE.

Du chloral considéré comme anesthésique.

Les recherches de M. O. Liebreich sur l'hydrate de chloral ont révélé, dans cette substance, des propriétés physiologiques et thérapeutiques sur lesquelles il me paraît opportun d'attirer actuellement l'attention.

Rappelons d'abord succinctement les expériences qu'il a faites et les conséquences qu'il en a déduites.

Les expériences mentionnées dans le Mémoire *sur l'Hydrate de chloral* sont au nombre de onze. Six ont été faites sur des grenouilles, cinq sur des lapins. Chez les grenouilles, le chloral a été administré par la méthode sous-cutanée, depuis la dose de 25 milligrammes jusqu'à celle de 1 décigramme. Deux fois on a injecté 5 centigrammes.

De ces six expériences, M. O. Liebreich conclut :

« Les effets produits par l'injection sous-cutanée d'hydrate de » chloral sont les suivants :

» La respiration n'est pas accélérée, car l'accélération faible, » observée au début, doit être attribuée uniquement à l'irritation » produite par l'attouchement; après 4 minutes, commence la » période d'hypnotisme, puis survient l'anesthésie, qui se prolonge » 3 heures 1/2; après 4 heures 1/2, la grenouille revient à son état » normal. » (P. 22.)

Une autre conclusion, c'est que l'action de l'hydrate de chloral n'a lieu sur le cœur que lorsqu'elle s'est déjà exercée sur le cerveau et la moelle épinière, et, quand finalement le cœur est atteint, ce sont également les ganglions qui sont frappés.

Les cinq expériences faites sur des lapins démontrent que le chloral agit sur eux comme sur les grenouilles (p. 28).

C'est avec ces seules expériences que, malgré les effets si promptement énergiques de l'hydrate de chloral, M. O. Liebreich n'a pas hésité à l'introduire dans la thérapeutique. « Les expériences que je viens de décrire, dit-il, avaient montré l'action du chloral d'une manière si précise, qu'il n'y avait aucune témérité à en faire l'application à l'homme. » (P. 37.)

Aussi transporta-t-il l'emploi du chloral dans le domaine de la clinique. Il commença par faire à des aliénés des injections sous-cutanées de 90 et 45 centigrammes, à la suite desquelles il ne se manifesta ni action générale ni action locale.

Renonçant bientôt aux injections sous-cutanées, il administra

l'hydrate de chloral par les voies digestives à des doses variées depuis 1 gramme jusqu'à 3 et 4 grammes à des malades appartenant aux services de MM. Westphal, Joseph Meyer, Bardeleben, Virchow, Langenbeck à l'hôpital de la Charité de Berlin.

Chez tous ces malades, il constata que l'hydrate de chloral produisait, en peu de temps, l'état narcotique (p. 39); puis, comparant l'action calmante du chloral et de la morphine, il ajoute : « Chez » aucun des malades qui avaient reçu du chloral ne s'est manifestée, » ni au début, ni après coup, la période de l'irritation. La morphine, » au contraire, n'exerce le plus souvent son action soporifique » qu'après plusieurs heures et amène souvent des troubles gas- » triques (p. 41). »

L'action hypnotique de l'hydrate de chloral était donc incontestablement démontrée. M. O. Liebreich n'a pas borné là ses recherches. Dans d'autres observations, les malades étant sous l'influence du chloral, il a cherché à apprécier la sensibilité à l'aide des piqûres. Il a conclu qu'une dose de 6 grammes de chloral provoque un certain degré d'anesthésie; *mais qui ne serait pas suffisant pour une grande opération* (p. 53). Néanmoins il ajoute : « Quelque circonspect que l'on » doive être, quand il s'agit d'appliquer à l'homme des substances » expérimentées d'abord sur des animaux, je me crois néanmoins en » droit d'espérer que l'on pourra, avec des doses suffisantes, produire » aussi chez l'homme le degré d'anesthésie nécessaire dans les grandes » opérations. Dans les petites opérations, son emploi me paraît devoir » être recommandé; je crois qu'avec une dose de 4 à 6 grammes on » peut, mieux qu'avec le chloroforme, faire des opérations d'yeux et » de petites opérations sur les extrémités (p. 63). »

M. O. Liebreich a donc entrevu les propriétés anesthésiques du chloral, puisqu'il conseille son emploi dans les petites opérations. Toutefois, lorsqu'il se demande dans quel cas il faudra le préférer au chloroforme, il reconnaît que la pratique seule pourra le décider. « Cependant, ajoute-t-il, on peut prévoir théoriquement que cet agent » est, à certains égards, inférieur au chloroforme; la dose employée » est introduite peu à peu dans les poumons, et il est possible, chez » tel ou tel sujet, de s'arrêter à n'importe quelle période de l'état nar- » cotique. Le chloral, au contraire, est introduit en une seule fois; » on ne peut pas toujours, jusqu'à présent du moins, calculer la dose » nécessaire aux différents individus; l'action est immédiate, et nous » ne sommes pas en état de la suspendre au moment qui nous con- » vient (p. 65). »

Je reviendrai bientôt sur ce dernier point et je démontrerai que l'*injection intra-veineuse* du chloral peut seule résoudre cette dernière

difficulté et permettre de doser la quantité de substance capable de produire l'anesthésie nécessaire pour pratiquer les grandes opérations chirurgicales.

Hâtons-nous de dire que déjà les propriétés anesthésiques du chloral ont été utilisées par les chirurgiens. La *Gazette des hôpitaux* (1869, n° 149) rapporte l'observation d'un homme, âgé de soixante-quatre ans, nerveux, très impressionnable, qui entra à l'hôpital de Brioude, pour un ostéosarcome très douloureux de la partie moyenne du tibia. M. le Dr Noir administra au malade, à 8 heures du matin, 5 grammes d'hydrate de chloral dans 64 grammes de sirop de simple. Le malade trouva la solution très mauvaise, éprouva des dégoûts, des envies de vomir, des troubles de la vue, puis une surexcitation qui dura deux heures. Le sommeil arriva alors avec une insensibilité profonde et dura jusqu'à dix heures du soir.

Témoin de cette anesthésie profonde, M. le Dr Noir se décida à opérer le malade à l'aide du chloral. Il administra donc le lendemain la même dose qui produisit les mêmes effets. Dès que le sommeil fut arrivé, il pratiqua l'amputation *sans que le malade fit un seul mouvement ou poussât un seul cri.*

Les suites de l'opération inspirèrent des craintes au chirurgien à cause des symptômes que présenta le malade, toutefois ces symptômes se dissipèrent vers le soir. Le lendemain il n'y avait plus aucune trace des effets produits par le chloral.

A propos de ce fait, Garnier fait remarquer avec juste raison : « que la dose de chloral ingérée n'était pas habituellement aussi » dangereuse, puisque des quantités plus considérables avaient été » souvent administrées sans accident. Il y avait ici une idiosyncra- » sie, une impressionnabilité telle que la dose était trop forte. C'est » donc à essayer prudemment celle qui convient, selon la remarque » de MM. Vergua et Valsain, qu'il faut s'appliquer dans les cas » graves. » (*Dict. annuel du progrès des sc. et instit. médic.*, 7e année, 1870-1871, p. 154.)

M. Beau, chirurgien en chef de la marine à Brest, a mentionné, dans le *Bulletin de thérapeutique* (juillet 1871), une observation qui démontre qu'en tenant compte de ces idiosyncrasies, il est possible d'arriver à des données expérimentales précises. Appelé auprès d'un officier très pusillanime, porteur d'une fistule à l'anus, et qui était réfractaire au chloroforme, il l'habitua à des doses graduelles de chloral pendant plusieurs jours, en en surveillant rigoureusement l'action, et put ainsi, en la portant jusqu'à 10 grammes, déterminer une anesthésie assez complète pour pratiquer des incisions et des débridements sans douleur.

MM. Horand et Puech ont aussi étudié l'action anesthésique du chloral : « Au fur et à mesure que l'absorption de l'hydrate de chloral » continue, la sensibilité diminue et peut finir par disparaître, surtout » si la dose de chloral est élevée, *mais alors la vie de l'animal est com-* » *promise* et, comme on l'a vu, la mort survient fréquemment dans » ces cas. » (*Loc. cit.*, p. 38.)

Tel était sur l'action anesthésique du chloral l'état de la question, lorsque j'ai commencé les expériences qui vont suivre.

Expérience. — Chien épagneul du poids de 4 kilogrammes. Injection sous-cutanée de 2 gr 50 de chloral. Retard dans l'apparition des phénomènes physiologiques. Nouvelle injection intra-veineuse de 1 gramme de chloral. Insensibilité immédiate.

2 h. 14 m. Injection de 2 gr. 50 de chloral.

2 h. 30 m L'animal ne présente aucun symptôme indiquant l'absorption du chloral.

2 h. 39 m. La démarche devient chancelante; le chien fléchit sur son train postérieur, il paraît avoir une certaine tendance au sommeil.

2 h. 45 m. La tendance au sommeil semble se prononcer davantage; l'animal, appuyé sur le train antérieur, essaie de dormir. Mais il suffit du moindre bruit ou d'un simple contact pour le réveiller. Alors il se relève, marche même, mais la marche devient difficile, titubante comme pendant l'ivresse.

3 h. 5 m. Tous ces phénomènes s'accentuent de plus en plus, ainsi que la paralysie du train postérieur, qui commence à se manifester.

3 h. 14 m. Une heure après l'injection, le sommeil est plus prononcé, les mouvements plus difficiles, la sensibilité est notablement amoindrie, mais pas entièrement abolie.

4 h. L'animal dort profondément. Le relâchement musculaire est complet. *La sensibilité a entièrement disparu.* Ni les piqûres, ni les incisions, ni la cautérisation avec le fer rouge ne déterminent aucune douleur.

Il a donc fallu *près de 2 heures* pour amener ce dernier résultat.

Expérience. — Injection sous-cutanée de 2 grammes de chloral à un chien terrier pesant 6 kilogrammes et demi. L'injection a été faite à 2 heures précises.

Une heure après, la tendance au sommeil est très prononcée. La paralysie incomplète du train postérieur est manifeste. L'affaiblissement musculaire est considérable. La sensibilité notablement affaiblie.

L'animal paraît étranger à ce qui se passe autour de lui; toutefois, quand on pince fortement l'extrémité des pattes, il se réveille, crie, change de place en titubant, puis retombe dans son état de somnolence.

3 h. 49 m. Nouvelle injection sous-cutanée de 1 gramme de chloral. L'animal s'est agité pendant quelques secondes, puis s'est de nouveau

endormi, la respiration est calme, la sensibilité notablement diminuée.

3 h. 54 m. La sensibilité semble revenir.

5 h. L'animal marche dans le laboratoire. Il sent très bien quand on le pique avec la pointe du scalpel. A partir de ce moment, tous les phénomènes plus haut indiqués se sont rapidement dissipés. L'animal était à peu près revenu, le soir même, à son état normal.

Donc il a fallu tantôt 2 heures, tantôt 3 heures, pour produire les effets physiologiques du chloral avec une injection sous-cutanée de 2 et 3 grammes de cette substance, et encore ces effets n'ont-ils eu qu'une durée de *1 heure*.

Expérience. — Chien terrier pesant 7 kilogrammes. Injection *intra-veineuse* de 2 grammes de chloral. 20 secondes après la fin de l'injection, l'animal tombe dans le sommeil le plus profond. Le relâchement musculaire est aussi complet que possible. La sensibilité est presque entièrement abolie. Toutefois, quand on pince fortement les oreilles ou l'extrémité des pattes, il y a encore des signes de douleur. Ces derniers phénomènes sont, il est vrai, de très courte durée. Car, cinq minutes après, ni les piqûres, ni les incisions profondes, ni la torsion, ni les cautérisations au fer rouge sur les parties molles dénudées ne déterminent chez l'animal le moindre signe de sensibilité. La température baisse de 2°, *mais la respiration se fait avec régularité.* C'est le seul phénomène dont la présence prouve que l'animal n'est pas mort.

Expérience. — Injection intra-veineuse de 3 gr. 50 de chloral à un chien du poids de 8,099 grammes. Même instantanéité dans l'apparition des phénomènes caractéristiques du chloral. Même insensibilité.

Expérience. — Injection de 3 gr. 50 de chloral à un chien du poids de 9,200 grammes.

Mêmes phénomènes que dans les précédentes expériences.

Je crois inutile de multiplier ces citations, mais il en découle plusieurs faits importants :

1° Les phénomènes produits par les injections intra-veineuses de chloral offrent une constance et une durée que l'on n'observe pas, lorsque la même substance est introduite, soit par les voies digestives, soit par la méthode sous-cutanée.

2° Ces phénomènes, quant à la question qui nous occupe, consistent *dans une abolition telle de la sensibilité que ni les piqûres, ni les incisions, ni l'arrachement des parties, ni les cautérisations au fer rouge ne sont capables de la réveiller.*

3° La dose nécessaire pour produire ce résultat varie suivant le poids des animaux dont il est indispensable de toujours tenir compte. Mais, d'une manière générale, mes expériences m'autorisent à établir

que : 1° chez les chiens du poids de 7 à 8 kilogrammes, 2 grammes ou 2 gr. 50 suffisent; 2° chez les chiens de 12 à 14 kilogrammes, on peut pousser la dose jusqu'à 4 grammes; enfin que chez le chien de plus haute taille, 18 à 20 kilogrammes, il est possible d'arriver sans danger à la dose de 6 à 7 grammes.

4° La durée de l'insensibilité par l'injection intra-veineuse de chloral varie entre 1 et 5 heures; elle cesse alors; mais pendant 20, 24, 36, quelquefois 60 heures, l'animal paraît plus ou moins abattu. Je dois faire remarquer que la durée de ces derniers phénomènes varie beaucoup, suivant la qualité du chloral. Quoique je me sois habituellement servi du chloral de Dorvault, et que ses effets aient été à peu près constamment les mêmes, cependant il m'est arrivé de constater quelquefois des différences dans l'intensité et la longueur de leur manifestation.

5° Cette abolition absolue de la sensibilité ne s'accompagne jamais de troubles respiratoires, à moins que le chloral ne soit administré à une dose absolument toxique. Il en résulte que, dans cette anesthésie si profonde et si complète, les fonctions du bulbe rachidien ne subissent aucune modification.

J'ajouterai une dernière réflexion. On ne doit chercher à obtenir l'anesthésie chirurgicale, à l'aide de chloral, qu'en employant les injections intra-veineuses; la solution de chloral étant titrée, la seringue à injection graduée, on pourra pousser dans la veine des quantités très fractionnées, continuer l'injection ou la suspendre suivant les phénomènes qui se produiront, et éviter ainsi tout accident.

De l'action des courants électriques sur l'insensibilité produite par le chloral.

Le chloral injecté dans les veines produisant une insensibilité absolue qui dure plusieurs heures, *sans déterminer de troubles respiratoires*, j'ai pensé qu'il pourrait remplacer avantageusement le chloroforme. Toutefois, dans le fait de cette insensibilité si complète, et surtout si longue, il m'a semblé qu'il y avait un inconvénient, un inconvénient grave, peut-être même un obstacle, à l'introduction de cet anesthésique dans la pratique chirurgicale. Aussi, ai-je cherché le moyen de la diminuer, de la faire même disparaître assez rapidement. Me rappelant des expériences que j'avais faites autrefois, et dans lesquelles des animaux qui paraissaient morts, sous l'influence du chloroforme, avaient été ranimés presque instantanément par l'électricité; je songeai à employer contre l'anesthésie chloralique l'action des courants. Voici ce que l'expérience m'a appris :

Expérience. — Un chien ayant été soumis à une injection intra-veineuse

de 2 grammes de chloral est tombé dans l'insensibilité caractéristique déjà signalée.

Après avoir constaté que ni les piqûres, ni les cautérisations avec le fer rougi à blanc, appliquées sur la langue et sur les diverses surfaces du corps, ni les incisions, ni les déchirures des parties molles n'étaient capables de le réveiller, j'ai appliqué sur deux points opposés du corps les deux conducteurs de l'appareil Legendre et Morin (petit modèle). L'animal s'est aussitôt réveillé, a relevé la tête, a poussé des cris qui ont cessé avec l'application des courants, pour recommencer avec une application nouvelle. Je dois, toutefois, faire remarquer que dans l'intervalle des courants, l'insensibilité revenait avec tous ses caractères.

L'électricité me parut donc être l'agent capable de modifier l'action du chloral sur les centres nerveux ; mais l'appareil dont je m'étais servi n'était pas suffisamment énergique. Je songeai alors à employer la bobine de Rhumkorff, donnant une étincelle de un centimètre.

Expérience. — Chien du poids de 5,500 grammes. Injection intra-veineuse de 2 grammes de chloral. A peine l'injection avait-elle fini de pénétrer que, non seulement les phénomènes du chloral se manifestèrent, mais que la respiration parut entièrement suspendue. L'animal ressemblait véritablement à un cadavre. Je me servis alors de l'appareil composé de trois éléments de Bunsen (moyen modèle) en communication avec la bobine de Rhumkorf.

A peine l'animal eut-il été touché qu'il poussa des cris aigus et prolongés, que la respiration, un moment arrêtée, reparut, et qu'il chercha à se relever. Il avait suffi de deux secousses pour amener ce résultat.

L'animal paraissant redevenir insensible, je le soumets à une nouvelle secousse qui le réveille complètement. Il cherche alors à se relever, mais il titube, se jette à droite et à gauche, frappe avec la tête contre les tables et les chaises du laboratoire, puis il retombe pour se relever de nouveau. L'animal paraît être dans un état complet d'ivresse. La sensibilité a reparu, et tous les phénomènes inquiétants du chloral se sont dissipés.

J'ai répété cette expérience chez des chiens du poids de 8 kilogrammes, 8,090 grammes, 9,200 grammes, chez lesquels les phénomènes ont été instantanés. J'ai toujours obtenu les mêmes résultats. Mais cet appareil, je me hâte de le dire, a cet inconvénient grave de donner des secousses tellement fortes qu'elles arrachent des cris à l'animal et lui occasionnent des douleurs violentes. Aussi ai-je cru devoir le remplacer. C'est dans ce but que je me suis servi de l'appareil de Morin (grand modèle), dont j'ai fait changer la bobine, de manière à augmenter sa puissance. J'ai pu ainsi obtenir des effets durables et efficaces, sans mettre le système nerveux à une épreuve aussi rude qu'avec la bobine de Rhumkorff.

Conclusions. — 1° Les courants électriques constituent le meilleur moyen de combattre l'anesthésie produite par le chloral. Ils la font cesser rapidement, en ramenant la sensibilité et les mouvements. Toutefois, il est bon de faire remarquer qu'après le retour de ces deux propriétés perdues, les animaux conservent encore une certaine hésitation dans la marche, qui rappelle celle de l'ivresse.

2° Tous les excitants, même les plus énergiques, étant incapables de déterminer chez les animaux soumis à l'anesthésie par le chloral le moindre signe de sensibilité, et le courant électrique seul le faisant immédiatement reparaître, n'est-on pas autorisé à trouver dans ce fait une preuve nouvelle de l'analogie qui existe entre l'action électrique et l'influx nerveux ?

QUATRIÈME PARTIE.

Tétanos traumatique traité par les injections d'hydrate de chloral dans les veines.

R..., âgé de vingt-six ans, doué d'une constitution robuste, était employé comme ouvrier dans l'artillerie de marine. De retour de l'Ile-Bourbon, où il a passé quatre ans, il avait repris, à Bordeaux, son ancien état de mécanicien. Le 15 novembre 1872, en travaillant, son pouce gauche fut pris et écrasé dans un engrenage. Un pansement simple fait par un pharmacien permit au malade de ne pas interrompre ses occupations journalières.

Quinze jours après, le dimanche 1er décembre, la plaie va bien et bourgeonne. Cependant, R... se plaint d'une vive douleur à la nuque, accompagnée de difficultés dans les mouvements de la tête, en même temps que de gêne dans la mastication et la déglutition. Cette sensation douloureuse, loin de diminuer, paraissant au contraire aller en croissant, le malade se décide de nouveau à consulter le pharmacien. Le lendemain il retourne au travail. Bientôt les douleurs, devenues plus intenses, gagnent les épaules, la face, les joues, les tempes. Enfin, la gêne de la respiration, jointe à la roideur générale du corps, au resserrement des mâchoires, le forcent à s'arrêter.

C'est alors que M. le Dr Douaud fut appelé.

Dès son arrivée, M. le Dr Douaud fut frappé de la rigidité du malade, de la constriction énergique des mâchoires, avec tension des muscles masséters et temporaux. Il est impossible de faire ouvrir la bouche au delà d'une limite très restreinte. C'est à peine si l'extrémité du petit doigt peut passer entre les arcades dentaires. En vain cherche-t-on à faire asseoir le malade sur son lit ; il est raide comme une planche, ne peut se fléchir en aucun sens ; aussi le soulève-t-on tout d'une pièce. Il accuse des douleurs violentes dans le dos et dans les épaules. Par moment, la tête est dejetée en arrière, en même temps qu'il y a extension forcée dans les bras. La raideur tonique des muscles n'est pas

constante. Il y a des périodes de relâchement, souvent interrompues par des contractions convulsives amenant une rigidité excessive et des douleurs plus vives encore sous l'influence des causes les plus légères (déglutition de la salive, bruit dans la rue, dans une cour, marche dans la chambre voisine), etc., etc.

Au milieu de ce désordre de l'innervation, les facultés intellectuelles sont conservées. La respiration semble à peu près normale, malgré de légères contractions spasmodiques des muscles des parois thoraciques. Pouls, 92.

Pansement de la plaie du pouce avec l'eau mélangée à la teinture d'arnica.

M. Douaud prescrit : Potion avec 5 grammes de chloral (1 gramme par cuillerée) à prendre par cuillerées toutes les demi-heures.

8 heures du soir. La peau est chaude, couverte de sueur. 100 pulsations. Température, 38° 3/5. Le chloral ne paraît avoir encore exercé aucune influence.

5 décembre. La nuit a été très mauvaise; le malade a eu des crises convulsives presque continuelles. A dix heures du matin, M. le Dr Douaud compte 80 pulsations. Température, 37° 3/5. Le trismus et l'opisthotonos ont augmenté. La douleur entre les épaules paraît moins vive.

4 heures du soir. Même état.

Potion avec 6 grammes de chloral à prendre *ut supra*. La potion détermine un peu de sommeil pendant lequel le pouls est à 66. La température à 37° 1/5. Le trismus, l'opisthotonos, les douleurs sont les mêmes.

6 décembre. La nuit a été plus mauvaise encore que la précédente. Le trismus a augmenté au point que tout écartement des mâchoires est impossible. L'opisthotonos paraît plus prononcé; le malade accuse des douleurs dorsales s'accompagnant de mouvements convulsifs et de cris. Ces douleurs reviennent par accès courts et rapprochés. Pouls, 88. Température, 37° 3/5.

Le chloral, administré pendant trois jours par la voie stomacale, n'ayant pas modifié l'état du malade, M. Douaud pensa que l'occasion était opportune d'administrer cette substance par la méthode des injections intra-veineuses. Il me fit appeler.

La solution de chloral, que j'avais eu le soin de préparer moi-même dans mon laboratoire, contenait 10 grammes de substance par 10 grammes d'eau.

Une ligature circulaire ayant été appliquée au bras, comme pour la saignée, je piquai, avec un petit trois-quarts, la peau, le tissu cellulaire sous-cutané, la paroi de la veine médiane céphalique. J'arrivai ainsi d'emblée dans l'intérieur du vaisseau, sans avoir eu besoin d'inciser préalablement les parties molles avec le bistouri. Je retirai le poinçon de la canule; il me fut facile de constater que la canule était bien dans la veine, car il s'écoula aussitôt une quantité de sang qui ne pouvait laisser aucun doute à cet égard. J'introduisis alors dans cette canule celle d'une seringue à injection hypodermique, et je poussai *une première*

injection contenant environ 75 centigrammes de chloral. Cette première injection n'ayant pas paru produire d'effet fâcheux sur le malade, j'en fis une seconde et ainsi de suite jusqu'à *quatre.* Je ferai, toutefois, remarquer que la canule de la seringue étant beaucoup plus petite que la canule de réception, il y eut un peu de refoulement du liquide injecté; de telle sorte que, dans cette première opération, le malade avait dû recevoir à peine *trois grammes* de chloral.

A la fin de l'injection, qui avait duré 2 minutes 1/2, le malade fut pris d'une toux quinteuse, accompagnée de mouvements de déglutition et d'une salivation abondante. La respiration parut gênée. Mais tous ces phénomènes, que j'ai *toujours* observés dans mes expériences sur les animaux, ne durèrent pas plus de deux minutes, après lesquelles le malade accusa une sensation particulière de bien-être. Le pouls, qui avant l'injection marquait 92 pulsations, descendit presque instantanément à 80, 76, 72, 68. En moins de *sept minutes,* le malade s'endormit. L'opération avait été faite à 10 heures 1/2. M. le Dr Dôuaud resta auprès du malade jusqu'à midi; il constata que le sommeil était très paisible : la respiration à 24, le pouls à 62.

12 h. 40 m. Le malade se réveilla Jusqu'à six heures du soir, il y eut des alternatives de veille et de sommeil. Les crises convulsives furent moins fréquentes et moins longues (six seulement). Le malade a uriné. Son urine, d'un rouge foncé, briqueté, dépose beaucoup.

Six heures du soir. Le trismus a diminué. Avec quelques efforts, la mâchoire inférieure abandonne la supérieure d'un centimètre environ. C'est là ce qui explique comment la langue, engagée entre les dents, a pu être mordue *deux fois* pendant les crises convulsives. Température, 37°1/5; pouls 66. Le malade a pu avaler facilement du bouillon et de la limonade vineuse.

7 décembre. Pendant la nuit, les convulsions et les secousses ont été plus fréquentes que dans la journée. Il y a eu de l'agitation. Toutefois, il est bon de faire remarquer que cette nuit a été meilleure que les deux précédentes. La sécrétion urinaire a continué. Les urines sont toujours rouges, briquetées, avec un dépôt abondant. Traitées par la décoction de noix de galle, elles n'ont pas donné de précipité caractéristique.

9 h. Mieux sensible. Les arcades dentaires sont plus écartées que la veille. Le malade parle plus facilement. Il accuse des douleurs vives dans l'épaule droite; il demande avec instance *à être calmé comme hier.* Température, 38°; 88 pulsations.

10 h. 12 m. *Injection de 5 grammes de chloral* par la veine médiane céphalique droite. La durée de l'injection a été de trois minutes.

10 h. 17 m. Le pouls est tombé de 88 à 64 pulsations. 20 inspirations. Calme; puis sommeil non interrompu jusqu'à une heure et demie.

A ce moment, on compte 74 pulsations et 22 inspirations. Le malade a soif. Il demande à boire. On lui fait prendre du bouillon et du vin, qu'il avale très facilement.

De 1 heure 48 min. à 6 heures, quelques convulsions, crises passagères.

6 heures du soir. Pouls 88. Température, 38°. L'écartement des mâchoires est assez grand pour qu'on puisse introduire l'index.

Troisième injection de 2 grammes de chloral par la médiane basilique gauche. Les phénomènes déjà décrits, consécutifs à l'introduction du chloral dans les veines, se montrent et disparaissent après deux minutes. Le malade accuse alors une *sensation de bien-être,* il dit *respirer plus facilement, il parle mieux, fléchit bien la tête, ouvre et ferme la bouche avec plus d'aisance;* il demande qu'on lui ajoute des coussins sous la tête. On se rend aussitôt à son désir; deux personnes l'ont soulevé. En le soutenant un peu, il a pu *rester assis sur son lit.*

Ce fait prouve que, comme le trismus, l'opisthotonos a été favorablement modifié. Une fois installé dans son lit, il prend du tapioca, boit de l'eau vineuse; il déglutit mieux. Il manifeste sa joie de se sentir si soulagé. « L'opération, dit-il, m'a fait respirer; » puis il s'endort jusqu'à 7 heures 30 minutes.

10 h. 47 m. Le malade a une forte crise convulsive. M. le Dr Douaud, appelé, ne voulant pas recourir à une quatrième injection le même jour, se borne à faire prendre par la bouche 2 grammes de chloral. Cette crise ne fut que passagère, car le calme revint bientôt avec le sommeil, qui fut interrompu parfois par de légères secousses.

8 décembre, 10 heures du matin. Pouls 90. Température, 38° 1/5. 20 inspirations.

Quatrième injection de 4 grammes de chloral dans la basilique droite. Aussitôt, agitation, expuition, toux convulsive, crachats écumeux, gêne respiratoire, bouche ouverte. (Phénomènes constants déjà décrits.) Le pouls tombe à 76 pulsations; cet état dure une minute environ, puis disparaît. « Je suis bien à mon aise, dit-il, relevez-moi. » On l'asseoit sur son lit; des coussins sont passés sous sa tête; il remue la tête en tous sens, parle bien, boit facilement, remercie les médecins; il s'endort jusqu'à midi cinq minutes. Il se réveille alors; il est un peu agité; se plaint souvent. Des secousses de quelques secondes de durée se répètent presque toutes les cinq minutes.

A 5 heures 15 minutes, sueur, 104 pulsations, 24 inspirations, soif.

6 heures. Sueur moins abondante. 92 pulsations. Température, 33° 3/5. Plus de douleurs dorsales.

Nous ne croyons pas nécessaire de refaire d'*injection intra-veineuse;* on se contente d'arranger le malade dans son lit. Jusqu'à onze heures vingt-huit minutes il a eu cinq crises; quelques convulsions, plaintes fréquentes, soif vive (tilleul, vin, bouillon), respiration gênée par moments; il demande de l'air.

Minuit 45 m. *Cinquième injection de 3 grammes de chloral,* qui produit aussitôt le sommeil.

9 décembre. Réveil à 5 heures du matin. Convulsions assez fréquentes. Les urines sont rouges; le malade a éprouvé une vive douleur en urinant.

10 heures du matin. 84 pulsations. Température, 38° 2/5.

10 h. 27 m. *Sixième injection de 4 grammes de chloral.* Mieux instantané. 76 pulsations. La bouche est plus ouverte; le malade ne souffre pas; il *raconte son voyage, des histoires;* il demande à boire, puis s'endort jusqu'à midi. De midi à 2 heures, plaintes toutes les cinq minutes; mais il n'a pas de crises. De deux heures à trois heures, calme parfait; ensuite plaintes.

6 heures. 94 pulsations. Température, 38° 4/5. *Le malade réclame l'injection;* il sent, dit-il, venir la crise. Nous lui faisons comprendre qu'il est mieux, qu'il est dès lors inutile de recourir à ce moyen. *Il s'étonne qu'on hésite lorsqu'il est si facile de le soulager.* La crise ne vient pas.

Le malade n'ayant pas été à la selle depuis le début de sa maladie, on lui administre un lavement à 8 heures 15 minutes du soir; à 11 heures 38 minutes. il n'y a pas eu encore d'évacuation. Le malade ressent de petites crises qu'il attribue au lavement.

A 11 heures 38 minutes, il se plaint d'une douleur dans le bras droit; un peu d'œdème de la main et de l'avant-bras. Cet état était dû en partie à ce que le bandage qui entourait le membre le comprimait trop; on l'enlève. Toutefois, il y a un peu de lymphangite, aussi fait-on appliquer des cataplasmes.

11 h. 40 m. Il réclame l'injection.

12 h. 05 m. *Septième injection de 4 grammes de chloral.* Mieux instantané, calme, sommeil interrompu par quelques plaintes (24 inspirations).

10 décembre, 10 heures 40 minutes. 90 pulsations. Température 38°1/5. Le lavement n'ayant pas été rendu, et le malade étant très agité, on prescrit de l'huile de ricin. Le trismus est moins prononcé, ainsi que l'opisthotonos. Cependant, quelques crises se manifestent; les douleurs dorsales recommencent dans l'après-midi. La lymphangite a diminué.

Soir, 7 heures 15 minutes. Le malade éprouve le besoin d'aller à la selle. Quelques contractions surviennent qui aident un peu l'expulsion de matières fécales peu abondantes, noires, demi-fluides; ensuite borborygmes avec expulsion de gaz intestinaux.

8 h. 15 m. Les contractions sont violentes, rapprochées. 96 pulsations. 28 inspirations. Température, 37° 4/5. Le gonflement de l'avant-bras droit a diminué, il en existe à gauche. L'état général est bon; les secousses sont très fréquentes, mais plus courtes et moins douloureuses. *Il réclame l'injection;* on lui donne quatre cuillerées à café de sirop de belladonne de quart d'heure en quart d'heure, qui amènent des selles abondantes et l'expulsion d'une grande quantité de gaz intestinaux.

11 décembre. Nuit très agitée, plaintes fréquentes.

Matin, 7 heures 45 minutes. Température, 38° 4/5. 28 inspirations. Il attend avec impatience les médecins *pour qu'on lui fasse une nouvelle injection.*

11 heures. Température, 39° 1/5. 30 inspirations. 90 pulsations. L'opisthotonos est plus manifeste. Plaintes souvent répétées. Expulsion de gaz intestinaux.

Soir, 6 heures. 100 pulsations. Température, 39° 4/5. *Il réclame l'injection.*

Huitième injection de 4 grammes de chloral (veine dorsale de la main droite). Sommeil. De 9 heures 25 minutes à 10 heures 15 minutes, il a deux secousses, se plaint souvent, demande à être éventé.

Minuit. Température, 38° 2/5; 28 inspirations; 96 pulsations. Le reste de la nuit, le malade est assez calme.

12 décembre, matin, 8 heures. Température, 38° 1/5; 28 inspirations; 88 pulsations. 10 heures, le malade a les yeux fermés; il se plaint; son bras droit est gonflé, sans rougeur, si ce n'est au dos de la main; le plî du coude gauche est un peu rouge. La dernière injection, n'ayant pas pénétré dans la veine, a déterminé un peu de sphacèle de la peau et du tissu cellulaire périveineux dans une étendue de 1 centimètre. Température, 38° 3/5; pulsations 98; inspirations 32. Pas de crises, mais coliques; ventre un peu météorisé.

Chaque accès de colique est accompagné d'une dyspnée due à un refoulement du diaphragme par la distension des intestins.

Soir, 6 heures. Température, 39°; pulsations, 112; inspirations, 28.

On prescrit :

Huile de ricin.....	30 gr.	par cuillerées toutes les dix minutes.
Sirop de belladone.....	20 »	
Émulsion d'amandes douces.....	60 »	
Sirop de fleurs d'oranger.....	30 »	

11 h. 15 m. Il urine; l'urine n'est pas rouge, elle est claire et ne dépose pas.

11 h. 45 m. Il va abondamment à la selle; les évacuations s'accompagnent de douleurs dorsales; l'*opisthotonos et le trismus sont plus marqués*, et le malade n'a pas dormi depuis hier soir huit heures.

13 décembre. Moins de coliques. Température, 38° 3/5; pouls 96; inspirations, 28.

10 h. 30 m. Deux nouvelles selles, peu abondantes; douleurs dorsales plus vives; trismus. Les gaz fatiguent le malade. Nouvelle purgation; deux selles dans l'après-midi; des convulsions générales très courtes apparaissent de temps en temps; journée calme.

Soir, 10 heures. Douleurs dorsales; dyspnée, pulsations 90; inspirations 30 à 32; température, 38° 2/5.

14 décembre. La nuit a été assez tranquille. La peau a été constamment chaude, la figure rouge. Le matin, à huit heures, le malade a une transpiration générale très abondante. 90 pulsations, 30 inspirations. Température, 38° 4/5.

10 h. 45 m. La sueur continue à être très abondante. Le malade dit qu'il ne ressent plus aucune douleur; il n'a plus de secousses. Néanmoins, le trismus, qui a reparu, persiste. Deux nouvelles selles. Température, 38° 4/5; 100 pulsations. Il dort toute la journée; il transpire toujours abondamment, et déclare ne plus souffrir.

A 5 heures 45 minutes, 140 pulsations; température, 41° 2/5; 32 inspirations.

6 h. 40 m. Le malade se trouvant très mal dans son lit demande à être changé. On cède à ce désir. Mais pendant que nous le transportons, nous nous apercevons que l'opisthotonos a reparu. La raideur du corps est, en effet, devenue générale. Elle s'accompagne de douleurs dorsales. Le changement de lit l'a beaucoup fatigué. Il a provoqué comme de véritables hallucinations. On enlève les cataplasmes qui entouraient ses bras, qui sont moins empâtés, n'offrent à la vue aucune rougeur, et ne lui font ressentir aucune douleur. On les remplace par de l'ouate et du taffetas ciré. Peu à peu le calme revient; il boit et s'endort.

9 h. 30 m. Pouls 120, 30 inspirations; température, 41° 1/5.

Sueurs continues, mais moins abondantes. Contracture des jambes. De temps en temps, le calme est interrompu par une convulsion.

11 h. Délire, paroles incohérentes; il ne reconnaît plus personne.

15 décembre. Cet état s'est aggravé pendant la nuit.

5 heures du matin. Température, 42° 3/5; coma, torpeur profonde.

5 h. 30 m. M. le Dr Douaud constate que le malade ne voit ni n'entend. Les pupilles sont contractées, les yeux convulsés en haut. Respiration saccadée, bruyante, rapide. 34 inspirations par minute. Température, 44°. Pouls petit, si rapide qu'on ne peut plus le compter.

La sueur persiste, moins abondante. Le malade expire à six heures.

Réflexions. — Pour démontrer l'importance du fait que je viens de rapporter, il suffit de rappeler les objections qu'a soulevées la méthode des injections intra-veineuses de chloral, dans le sein de la Société de chirurgie. (Séance du 29 mai 1872.)

1° « Une grosse objection à faire aux injections de chloral dans les » veines, a-t-on dit, c'est qu'elles ne sont pas faciles à pratiquer. » (*Bulletin de la Société de chirurgie,* 3e série, vol. Ier, p. 269, année 1872.)

L'histoire de notre malade fournira la meilleure réponse à cette objection. Il n'y a pas, en chirurgie, d'opération à la fois plus simple et plus facile que l'injection de chloral dans les veines. Quoi de plus simple et de plus facile, en effet, que de déterminer à l'aide d'une ligature le gonflement d'une veine du bras; d'y plonger, une fois gonflée, un trois-quarts capillaire très effilé; puis, la canule du trois-quarts restant seule dans le vaisseau, comme agent conducteur, d'y introduire la canule de la seringue à injection et de pousser la solution ? *Neuf fois,* chez notre malade, nous avons procédé de la même façon, sans rencontrer la moindre difficulté, sans qu'il ait été nécessaire de faire une incision préalable à la peau.

Peut-être, par *faciles à pratiquer,* a-t-on voulu dire *dangereuses*; s'il en est ainsi, je répondrai avec M. le Dr Ladevi-Roche, qui a fidèlement rapporté, dans sa thèse, tous les faits connus d'injections intra-vei-

neuses : « Les injections de médicaments dans les veines sont dans » la pratique médicale depuis bientôt trois siècles. Toutes les fois que » l'on y a eu recours, elles ont apporté un soulagement sensible aux » malades, souvent la guérison complète. Il n'y a point d'exemple » de mort subite, soit plus ou moins éloignée, qui puisse leur être » directement imputée. »

Invoquerait-on contre la méthode le danger de la phlébite? Mais n'existe-t-il pas dans la science 186 observations de transfusion du sang, faites avec des résultats plus ou moins favorables, dans lesquelles la phlébite n'a été mentionnée que deux fois, et encore sans avoir présenté aucune gravité ? La saignée du bras n'est-elle pas une opération vulgaire aussi journalière que la phlébite est rare? A l'époque où la méthode des saignées répétées dans le traitement de la pneumonie était en honneur, n'arrivait-on pas à piquer six, huit et dix fois de suite les veines du bras, sans déterminer cette complication ?

Quand elle se montre, l'opérateur ne doit-il pas en rechercher, le plus souvent, la cause dans sa main et sur la pointe de sa lancette?

Chez notre malade, malgré *neuf* piqûres suivies d'injections de chloral, il y a eu un simple empâtement des membres; sur le bras droit, quelques traînées lymphatiques qui n'ont pas résisté à l'application de cataplasmes émollients.

2° On a dit encore : « Le chloral doit être administré à des doses » considérables et surtout répétées; les tétanos qui guérissent par le » chloral, durant, en moyenne vingt-cinq jours, il faut, pour main- » tenir le malade dans la narcose, revenir au chloral cinq ou six fois » par jour. Serait-il pratique de faire cinq ou six injections par » jour? »

La réponse à cette objection se trouve dans les résultats qu'a donnés ma première série d'expériences. J'ai établi, en effet, dans cette première série d'expériences, que le chloral injecté directement dans les veines exerçait sur l'organisme une action très rapide, immédiate, dont la durée est habituellement très longue si la dose de cette substance est suffisamment forte. C'est ainsi que j'ai vu des chiens et des lapins rester sous l'influence d'une dose élevée de chloral pendant 24, 36, 48 heures. Administré par l'estomac ou la voie hypodermique, les effets sont plus lents, souvent incertains, et se dissipent plus vite. De là l'obligation où l'on s'est trouvé d'employer 180, 200, 250 grammes de chloral pour guérir le tétanos.

Si l'on avait employé l'injection intra-veineuse, mes expériences m'autorisent à penser qu'avec huit ou dix injections, pendant vingt-cinq jours, on serait arrivé au même résultat.

Ces prévisions ont été confirmées chez notre malade. Il a suffi de lui injecter 28 grammes de chloral pour le faire arriver au quinzième jour. L'amélioration instantanée, le calme, le bien-être qui suivaient les injections, étaient si évidents, si incontestables, qu'après la neuvième injection M. le Dr Douaud et moi crûmes que le malade était hors de danger. Nous suspendîmes alors l'emploi de ce moyen; trop tôt, j'en conviens, ainsi que l'a démontré le résultat final. Le quinzième jour, en effet, les phénomènes tétaniques qui, quoique heureusement modifiés, n'avaient jamais complètement disparu, se montrèrent de nouveau, et le malade succomba.

Si nous comparons l'action du chloral injecté dans les veines des animaux pour combattre le tétanos strychnique avec ce qui s'est passé chez notre malade, il est impossible de ne pas trouver la plus grande analogie dans la marche des phénomènes. Lorsque, en effet, des convulsions dues à la strychnine se sont montrées, l'injection intra-veineuse du chloral les a aussitôt arrêtées et suspendues pendant quelques minutes. Mais cette suspension n'ayant été que momentanée, j'ai dû recourir à l'emploi du même moyen dès la réapparition des phénomènes strychniques, jusqu'à ce que l'alcaloïde ayant eu le temps de s'éliminer, l'animal n'a plus présenté que des phénomènes propres au chloral.

De même chez notre malade : toutes les fois que nous avons injecté du chloral dans les veines, nous avons vu le trismus, l'opisthotonos se modifier heureusement d'une manière instantanée. Mais le calme et le bien-être n'étant que momentanés, il devint nécessaire, comme dans nos expériences de laboratoire, de les ramener par des injections nouvelles, que le malade réclamait du reste, avec instance, tant était grand et immédiat le soulagement qu'elles lui procuraient. Malheureusement nous crûmes trop tôt avoir vaincu l'élément morbide et pouvoir suspendre les injections. Il arriva alors ce qui arrive, lorsque la strychnine n'est pas entièrement éliminée; les convulsions reparurent. Si nous avions continué plus longtemps les injections intra-veineuses, il est possible que l'élément morbide, s'affaiblissant de plus en plus, au fur et à mesure que l'on s'éloignait du début de la maladie, aurait disparu, *aurait été éliminé comme la strychnine*, et que le malade aurait guéri.

Qu'on n'oublie pas, toutefois, qu'il a vécu jusqu'au quinzième jour, et qu'il n'a fallu que 28 grammes de chloral, injecté en neuf fois, pendant une durée de trois jours, pour produire ce résultat.

Ce fait, on ne saurait le nier, a donc une importance capitale puisqu'il m'autorise à établir que la méthode des injections intra-veineuses est facile à pratiquer; qu'elle n'offre aucun danger; qu'elle permet au chloral d'agir avec une promptitude et une sûreté beau-

coup plus grandes que lorsqu'il est administré par toute autre voie. Mais il est important, surtout, en ce qu'il m'a mis à même de reconnaître les erreurs inséparables d'une première expérimentation, et de formuler de la manière suivante les principes à l'aide desquels on pourra les éviter :

1° Il faudra se servir d'une seringue à injection dont le corps de pompe pourra renfermer une solution de 10 grammes de chloral dans 10 grammes d'eau, équivalant en volume à 15 grammes. La tige du piston devra être graduée très exactement, de manière à savoir toujours quelle est la quantité de chloral qui aura été introduite dans le vaisseau. On commencera par pousser une petite quantité de solution, *un gramme* ou *deux,* pour interroger les prédispositions du malade. S'il supporte bien cette injection sans présenter de phénomène inquiétant, on continuera à injecter jusqu'à 6 à 8 grammes de chloral en une seule fois. On aura le soin d'avoir près de soi un appareil électrique fonctionnant, afin de s'en servir s'il y a lieu. C'est une sécurité qu'on ne saurait se refuser, si l'on se rappelle, ainsi que je l'ai établi, combien l'action des courants électriques est utile dans les accidents produits par le chloral ; chez mon malade, il n'a pas été nécessaire d'y avoir recours.

2° On pourra, afin de ne pas être obligé de multiplier les injections, augmenter rapidement les doses de chloral, la tolérance s'établissant vite et bien.

3° Il faudra, autant que possible, ne faire qu'une injection toutes les vingt-quatre heures, deux au plus.

Ces injections, répétées seulement chaque jour, combattront l'élément morbide de manière à faire passer le tétanos à l'état chronique, c'est-à-dire à le mettre dans des conditions où il devient curable. En outre, en ne précipitant pas trop les injections, on n'aura pas à redouter l'empâtement des muscles, que des piqûres trop rapprochées ne manqueraient pas de produire, et qui créerait une difficulté pour l'emploi de la méthode.

En observant toutes ces conditions, la méthode des injections intra-veineuses de chloral, par sa rapidité d'action, deviendra une arme puissante entre les mains du chirurgien, non seulement pour combattre les empoisonnements par la strychnine, le tétanos traumatique, mais encore toutes les maladies affectant la forme convulsive.

Dr LABORDE.

Présentation d'une aiguille ayant séjourné pendant neuf ans chez un individu vivant.

(Extrait.)

(Séance du 12 Septembre 1872.)

M. le Dr Laborde présente, à l'appui de ses idées sur l'oxydation de l'acier dans les tissus vivants, une aiguille qu'il doit à l'obligeance de M. Pozzi, interne des hôpitaux de Paris. Cette aiguille a séjourné neuf ans dans le sein gauche d'une jeune fille; elle a été extraite par M. le Dr Polaillon, suppléant M. Broca à l'hôpital des Cliniques (1); elle est recouverte d'une couche épaisse d'oxyde de fer.

Dr LABORDE.

Ancien interne des hôpitaux de Paris.

De l'Expérimentation physiologique comme fondement de la thérapeutique rationnelle et de la méthode expérimentale dans ce cas.

(Extrait.)

(Séance du 12 Septembre 1872.)

M. Laborde résume sous ce titre un travail très complet; il étudie en particulier l'ésérine et le bromure de potassium et formule les conclusions suivantes :

1° L'expérimentation physiologique est nécessaire, indispensable pour l'édification d'une thérapeutique rationnelle;

2° Sans l'étude expérimentale préalable de l'agent chimique destiné à faire partie ou à être rejeté de la matière médicale, on est et l'on reste dans l'empirisme;

3° Rechercher, et déterminer l'action élective de la substance végétale ou minérale par une appréciation exacte et définitive de la perturbation fonctionnelle qu'elle occasionne, tel est le but essentiel de cette étude préalable;

4° Cette action, déterminée quant à sa localisation organique et quant à son mode, n'est pas autre que l'action physiologique propre de l'agent chimique; elle révèle l'application de cet agent à la thérapeutique, c'est-à-dire l'indication qui a trait au choix du médicament.

5° La méthode qu'il convient de suivre pour réaliser cette recherche

(1) *Bulletin de la Société anatomique,* août 1872, p. 394-395.

et cette détermination doit être appropriée autant que possible au but qu'elles se proposent, savoir : l'application raisonnée et sans dangers des résultats obtenus à l'homme lui-même;

6° Introduction de l'agent chimique dans l'organisme par les voies physiologiques naturelles et autant que possible par des procédés qui imitent le mieux les procédés de la nature;

7° Essai expérimental sur les organismes de l'échelle animale qui se rapprochent le plus de celui de l'homme;

8° Choix du principe immédiat s'il existe, fixation préalable de la dose efficace physiologique et de la dose toxique;

9° Enfin, contrôle clinique.

Dr SEGAY,

Chirurgien de l'hôpital Saint-André, à Bordeaux.

Du Sphygmographe dans la cure des anévrysmes.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

En 1868, au mois d'octobre, j'étais à l'hôpital Saint-André, de Bordeaux, en présence d'un anévrysme traumatique volumineux, situé sur le trajet de la partie supérieure de l'artère radiale, que depuis cinq jours déjà je traitais par la compression digitale intermittente de l'artère humérale. La tumeur semblait bien plus consistante, mais elle était toujours le siége de battements considérables. Avancions-nous dans la voie de la guérison? Étions-nous stationnaires, ou perdions-nous du terrain?

A en juger par certaines signes, je pouvais présumer une amélioration; mais rien ne venait me confirmer dans cette pensée et j'étais indécis, lorsque le sphygmographe de Marey est venu me révéler l'état précis de la tumeur anévrysmale.

C'est, en effet, à la suite des communications orales de M. le Dr Baudrimont, sur ses recherches sphygmographiques sur l'action de la digitale et la digitaline, que l'idée me vint d'employer le même instrument pour explorer l'état des pulsations de mon anévrysme, et de voir, chaque jour, où j'en étais du travail de solidification.

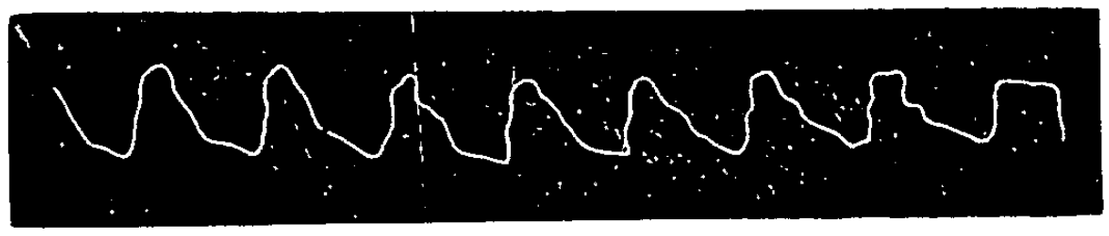


Fig. 21. — Tumeur, 25 oct. matin.

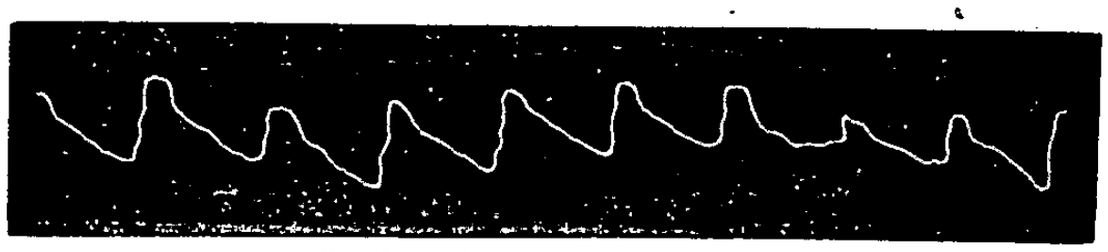


Fig. 22. — Tumeur, 27 oct. 3 h. soir.

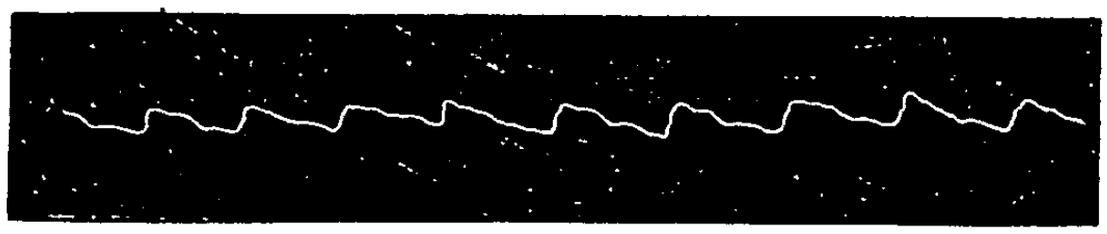


Fig. 23. — Tumeur, 30 oct. soir.



Fig. 24. — Tumeur, 2 nov. soir.

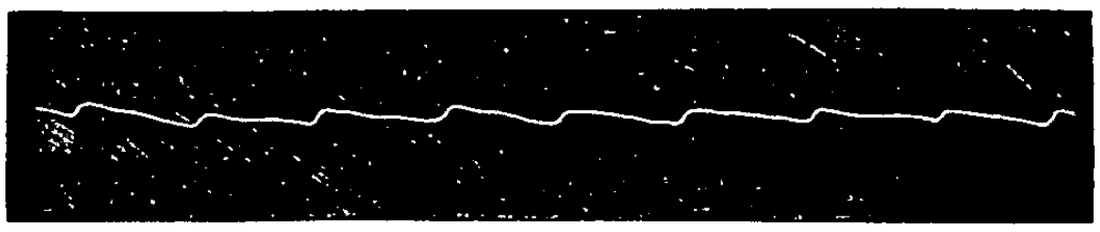


Fig. 25. — Tumeur, 9 nov. matin.

Les cinq tracés que vous avez sous les yeux *(fig. 21, 22, 23, 24 et 25)* vous indiquent, Messieurs, les diverses phases de l'anévrysme dévoilées par le sphygmographe.

Le deuxième tracé de la tumeur donnant moins d'amplitude de la pulsation, la ligne d'ascension étant moins longue que dans le premier tracé, l'indication était formelle.

Le troisième tracé m'indiquait une amélioration bien notable sur le second.

Au douzième jour du traitement, le quatrième tracé m'indiquait, comme vous le voyez, des oscillations un peu plus élevées dans la tumeur.

La comparaison de ce quatrième tracé avec le troisième fut pour moi un trait de lumière; c'est alors que, modifiant mon traitement, c'est-à-dire prescrivant la compression continue, j'obtins dans l'espace de trois jours une solidification complète, ce qui vint me confirmer l'excellence du signe sphygmographique. La main ne sentait plus le moindre battement, que le sphygmographe démontrait des pulsations dans la tumeur; car les tracés de celle-ci donnaient encore une ligne légèrement ondulée.

Le sphygmographe a été, dans ce cas, un indicateur précieux du degré d'oblitération de la poche anévrysmale.

Cette observation avec les tracés a été publiée dans tous ses détails dans les *Mémoires et Bulletins de la Société Médico-Chirurgicale des hôpitaux et hospices de Bordeaux* (t. III, 2me fasc., 1868).

Des observations analogues ont été faites dans mon service de l'hôpital Saint-André; dans un cas d'anévrysme du pli du coude et dans un cas d'anévrysme poplité; dans ces faits, comme dans le premier, le sphygmographe a été utile.

En 1869, un an après, M. le Dr Azam a publié, dans les mêmes Bulletins (t. IV, 2e fasc.), l'observation avec tracés sphygmographiques, d'un anévrysme traumatique, guéri par la compression digitale. Je ne reproduis pas ici une observation qui a déjà été publiée; j'en extrais seulement quelques mots qui viennent à l'appui de mes idées. Il est dit à la page 312 : « Après six jours de compression, le 6 août, est pris le tracé sphygmographique n° 2 :

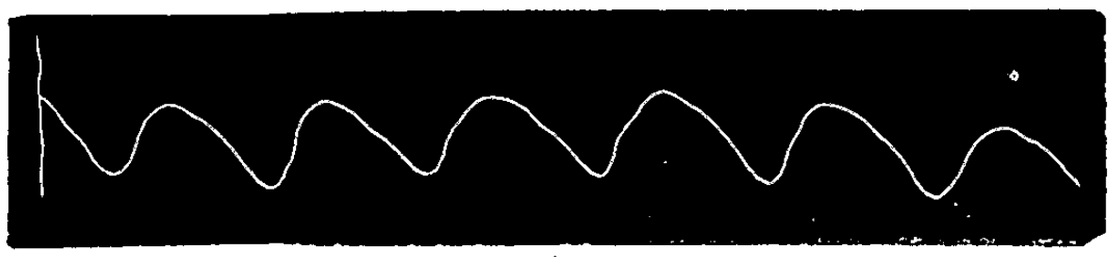


Fig. 26. — Tumeur, premier tracé (31 juillet).

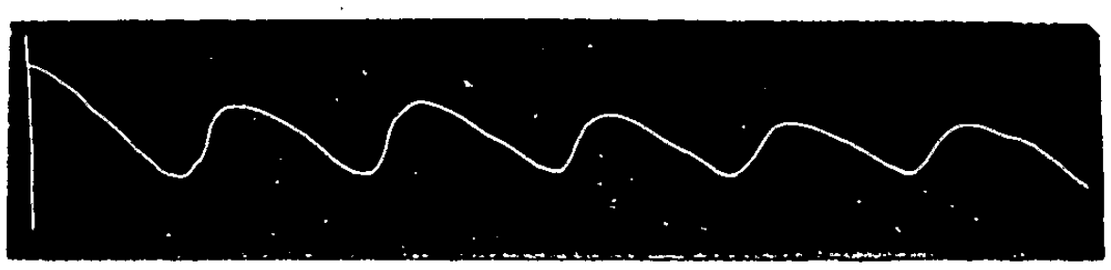


Fig. 27. — Tumeur, tracé n° 2 (6 août).



Fig. 28. — Tumeur, tracé n° 3 (20 août).

« *Ce tracé nous encourage,* dit M. le Dr Azam; les battements ont diminué d'intensité; le volume de la tumeur semble aussi se réduire un peu. »

Voilà qui est plus éloquent que tout ce que je pourrais dire sur l'utilité qu'a eue, dans ce cas, le sphygmographe; car il a contribué à faire persévérer dans la compression digitale, qui a guéri le malade et l'a préservé des dangers d'une opération sanglante.

Dans le nombre des observations d'anévrysmes chirurgicaux publiées dans les Recueils scientifiques, que de fois les chirurgiens, après avoir tenté pendant un certain nombre de jours la compres-

sion, l'ont abandonnée pour recourir à la ligature ou à d'autres méthodes.

Si dans ces observations les indications sphygmographiques eussent été aussi précises que dans les faits précédents, il est incontestable que, dans quelques-uns de ces cas, la compression digitale, plus longtemps continuée ou modifiée selon le besoin, aurait heureusement évité une opération dangereuse.

Les tracés indiquent-ils de la lenteur dans la solidification, le chirurgien peut modifier son mode de compression, persévérer dans son traitement si le sphygmographe lui en démontre l'efficacité; recourir, s'il y a lieu, à d'autres méthodes, et hâter ainsi le moment de la guérison.

Quand on analyse les observations d'anévrysmes traités par la compression, on voit que la coagulation est tantôt prompte, tantôt lente, que quelquefois elle fait complètement défaut, et qu'il est des cas que la compression aggrave. On est porté à penser que les différences dans la plasticité du sang, dans sa composition, jouent un grand rôle dans ces variations. Mais il est également probable que les imperfections des procédés opératoires doivent y être pour une large part.

Le sphygmographe ne peut-il pas porter ici quelque lumière, soit pour faire mieux apprécier l'état de la circulation générale, soit pour aider au perfectionnement des procédés opératoires?

Armé du sphygmographe, le chirurgien aura d'abord recours aux méthodes simples et les modifiera suivant les variétés si nombreuses d'anévrsymes.

Je conclus donc que :

1° Le sphygmographe de Marey donne des indications précises dans la cure des anévrysmes et qu'il guide le chirurgien dans le choix des divers modes de compression ;

2° Le sphygmographe l'encourage à persévérer ou à modifier le mode opératoire, suivant les tracés que lui fournit cet instrument.

3° Le sphygmographe, soit en précédant les notions que fournit le témoignage des sens, soit en contrôlant ces mêmes données, soit enfin, en fixant par le dessin les tracés graphiques que nous révèle l'observation, doit être désormais un moyen indispensable pour tout chirurgien qui se trouve en face d'un anévrysme.

Dr BAUDRIMONT fils.

Digitale et digitaline.

(Extrait.)

(Séance du 12 Septembre 1872.)

M. le Dr Baudrimont fils lit un important Mémoire sur la digitale et la digitaline, dans lequel il expose ses recherches chimiques sur la digitaline et les moyens d'isoler cet alcaloïde, et le résultat de ses expérimentations physiologiques avec la digitale et les différents produits dérivés qu'il en a extraits.

Dr ARMAINGAUD.

De nos Institutions d'hygiène publique et de la nécessité de les réformer.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

MESSIEURS,

Sous le coup des terribles désastres qui ont si profondément troublé notre vie nationale, sans pourtant nous abattre, un énergique mouvement de régénération s'est manifesté dans tout le pays.

Tous les esprits élevés, tous les cœurs patriotes, tous les hommes de bonne volonté recherchent avec ardeur les causes profondes de nos malheurs, le secret de nos chutes et les moyens de nous relever de l'abaissement où nous étions tombés. Chacun se plaçant au point de vue qui lui est propre, et envisageant exclusivement telle ou telle face de la question si précipitamment posée par les événements, a montré du doigt la plaie qu'il fallait guérir. Mais tout en reconnaissant que d'utiles indications pour notre régénération nous sont venues de bien des côtés différents, tout en remarquant que les chefs militaires, les publicistes, les orateurs, les hommes d'État, apportent chaque jour leur contingent d'efforts à l'œuvre commune, je crois que les hommes voués aux découvertes de la science, à leur enseignement et à leur diffusion ont, plus que tous les autres, mis le doigt sur le mal et sur le remède, en disant que ce qui manque le plus à la société française, et ce qu'il importe le plus de lui inculquer c'est l'*esprit scientifique,* également ennemi des folles terreurs et des

folles espérances, et la claire notion de la nécessité, de jour en jour plus évidente, d'appliquer la méthode expérimentale jusque dans l'ordre social et moral le plus élevé. Notre président a exprimé la même pensée dans un langage éloquent, que vous avez couvert de vos chaleureux applaudissements. Mais je tiens surtout à vous rappeler le passage de son discours où il exprime le regret de voir les administrateurs faire trop rarement appel aux lumières de la science, parce que ses belles paroles viennent complètement à l'appui de la revendication que je viens faire devant vous au nom des intérêts de la santé publique et de la prospérité physique de la nation. « L'agriculteur, l'industriel, l'officier, nous a-t-il dit, ne peuvent posséder toutes les sciences dont le concours leur est nécessaire. Ils ne sauraient résoudre à eux seuls tous les problèmes que leur impose leur art. Il est essentiel qu'ils sachent les reconnaître et qu'ils ne craignent pas d'en appeler aux hommes spéciaux, aux hommes de science, en leur indiquant la solution désirée. Presque toujours ils répondront, comme ils le firent lorsqu'en moins d'un an ils fournirent aux bataillons de notre première République la poudre qui manquait.

» Telle est aussi la conduite que je voudrais voir tenir par nos législateurs, nos administrateurs, par tous ceux qui ont en main nos destinées sociales et qui font les affaires de la nation. Eux aussi se trouvent à chaque instant en face de questions très scientifiques au fond. S'ils consultaient plus souvent les savants, ils économiseraient bien des ressources jusqu'ici gaspillées; ils utiliseraient bien des forces vives qui s'égarent et s'amortissent par leur faute. En parlant ainsi, je n'incrimine pas les intentions, mais j'accuse hautement l'absence de notions scientifiques. Seules elles permettent d'apercevoir tantôt le mal à éviter, tantôt le bien à faire. Or comment chercher à résoudre des problèmes dont on ne soupçonne même pas l'existence ? »

Eh bien! Messieurs, cette revendication si opportune en faveur de l'intervention de la science en général, je voudrais aujourd'hui, en quelques mots, la faire devant vous, en faveur de cette branche des sciences médicales qui a pour but l'amélioration des conditions essentielles de la vie humaine par l'application *administrative* des règles de l'hygiène et de la salubrité publiques.

En effet, je n'aurai pas de peine à vous le démontrer, l'organisation de nos institutions d'hygiène publique et administrative n'est nullement en rapport avec l'état avancé de la médecine préventive et avec les exigences croissantes de la civilisation moderne, et, sous ce rapport comme sous bien d'autres, nous nous sommes laissé devancer par les nations voisines.

Depuis bien des années déjà, des réclamations souvent réitérées se sont fait entendre au milieu des corps savants, l'insuffisance complète des institutions destinées à protéger la santé publique a été surabondamment mise en évidence, et les plus grandes illustrations de la science médicale ont signalé aux gouvernements les vices fondamentaux de l'organisation actuelle, à savoir l'incohérence et l'irresponsabilité; mais leur voix n'a pas été écoutée.

Aujourd'hui, le moment est venu de renouveler ces réclamations avec plus d'énergie encore, car jamais l'intérêt personnel de chacun de nous et l'intérêt commun de la patrie française ne se sont montrés dans une plus étroite solidarité; l'intérêt personnel qui, se confondant ici avec l'instinct de la conservation, veut que chacun de nous veille sur sa santé et la santé des siens, et l'intérêt général de la nation qui, après les épreuves terribles qui nous ont violemment séparés de près de deux millions de compatriotes, nous commande de conserver le plus grand nombre d'hommes possible pour la défense du pays, et exige plus que jamais la sérieuse application du savoir humain à la conservation, à l'amélioration et à l'accroissement de la population française.

Or, vous ne l'ignorez pas, Messieurs, non seulement nous sommes, parmi les grandes nations européennes, celle dont la population s'accroît le plus lentement, mais encore notre population est en voie de décroissance.

L'accroissement de la population résulte de l'excédant des naissances sur les décès; or, en France, cet excédant va sans cesse en diminuant d'année en année, depuis trente ans, tandis que dans les pays voisins cet excédant va sans cesse en augmentant. Et la différence à notre désavantage est telle que si ce mouvement reste ce qu'il est aujourd'hui dans chaque nation,

La population de l'*Angleterre* sera doublée en 50 ans environ,

Celle de la *Prusse* dans 42 ans,

Et celle de la *France* dans 180 ans seulement.

Ce qui revient à dire que, dans cinquante ans, la population de l'Angleterre sera de 52 millions d'habitants, celle de l'Allemagne se sera élevée à plus de 70 millions, tandis que dans le même moment la France comptera tout au plus 45 millions d'habitants.

On peut entrevoir, d'après ces chiffres, toute l'étendue du mal dont nous sommes atteints, et la périlleuse situation dans laquelle il nous place. Or, on ne peut espérer d'atténuer les lamentables effets de cette fâcheuse tendance du mouvement de notre population, qu'en agissant à la fois sur les deux principaux facteurs qui la produisent, à savoir la *natalité* qu'il faut augmenter, et la *mortalité* qu'il faut

diminuer. En dehors d'une bonne loi militaire (qui est encore à faire, car la nouvelle loi ne tient que fort peu de compte des importantes révélations de la démographie), nous ne pouvons agir que très indirectement sur la natalité. Mais, sur la *mortalité* nous pouvons, au contraire, exercer une action directe par une organisation plus efficace de l'hygiène publique. Et c'est cette considération qui m'a déterminé à vous soumettre quelques observations sur nos institutions d'hygiène publique. Nous avons, en effet, parmi nous, plusieurs de nos savants confrères de Paris qui se sont occupés avec une grande compétence de ces graves questions d'hygiène publique, et je voudrais profiter de leur présence pour réclamer le concours de leurs lumières et leur demander si, comme moi, ils ne pensent pas que le moment soit venu de provoquer une révision de ces institutions.

Dans une des premières séances de l'*Académie des sciences* qui suivirent le premier siége de Paris, M. Henri Sainte-Claire Deville déclarait avec raison qu'il fallait chercher la cause de nos désastres dans notre infériorité scientifique, et « dans le régime qui nous écrase depuis quatre-vingts ans, régime qui subordonne les hommes de la science aux hommes de la politique et de l'administration, régime qui fait traiter les affaires de la science, leur propagation, leur enseignement et leur application par des corps ou des bureaux où manque la compétence et par suite l'amour du progrès. »

Ces paroles sont pleinement applicables à nos institutions d'hygiène, et les vices de cette organisation sont tellement évidents, et ils tiennent si étroitement à l'oubli des principes les plus élémentaires d'une bonne administration publique, qu'on peut les exposer en bien peu de mots.

La surveillance et la protection de la santé publique sont placées entre les mains de l'autorité administrative, d'une part, et des *Conseils d'hygiène et de salubrité publique*, d'autre part (1). Les Conseils d'hygiène indiquent les mesures à prendre, et l'administration les réalise par des décrets et règlements sanitaires.

Ces conseils sont de trois ordres :

Commissions cantonales,

Conseils d'hygiène d'arrondissement,

Conseils d'hygiène départementaux.

Enfin, cette organisation est complétée par l'établissement, auprès du ministre de l'agriculture et du commerce, d'un *Comité central consultatif d'hygiène publique,* auquel viennent aboutir tous les

(1) Voir l'excellent *Dictionnaire d'hygiène publique* du professeur Tardieu, t. I, p. 575, 2me édition, 1862.

travaux des Comités locaux, et qui a pour mission d'éclairer l'autorité dans les questions sanitaires, lorsqu'elle réclame ses lumières.

Je n'ai pas à m'occuper des Conseils de canton et d'arrondissement, car ils n'existent que de nom, pour la plupart; en réalité ils ne fonctionnent pas.

Les *Conseils départementaux d'hygiène publique* et le *Comité central*, siégeant à Paris, ont seuls une existence réelle.

Leur premier défaut, c'est qu'ils manquent des garanties suffisantes d'indépendance vis-à-vis du pouvoir, puisque leurs membres sont désignés par le préfet ou par le ministre, au lieu d'être nommés à l'élection par les corps compétents. N'est-il pas évident, en effet, que ni les préfets, ni le ministre, n'ont la compétence nécessaire pour décider quels sont les quinze ou vingt médecins, pharmaciens, vétérinaires, architectes, ingénieurs du département ou de la capitale, qui sont les plus aptes à éclairer l'autorité sur la solution des questions qui intéressent la santé publique?

Il est donc absolument nécessaire de modifier profondément le mode du recrutement de ces Conseils, et je crois être ici l'écho de l'opinion publique médicale en demandant que les médecins membres des Conseils d'hygiène soient désormais désignés par le suffrage des médecins et des Sociétés et Académies de médecine.

Ce mode de nomination a d'ailleurs été réclamé dès le début de l'organisation actuelle. Royer-Collard, dans un projet d'organisation de l'hygiène publique adressé au ministre des travaux publics, en 1848, s'exprime ainsi : « Pour ce qui est du mode de nomination des membres des Conseils, il nous a paru juste de décider que les médecins, pharmaciens et vétérinaires seront élus par leurs confrères réunis en un seul corps d'électeurs. » Le ministre du commerce, M. Tourret, adopta pleinement les dispositions libérales de ce projet; mais le Conseil d'État se refusa à les admettre, et fit décider que les membres des Conseils seraient nommés par les préfets, au grand regret du ministre qui, dans son *Rapport au Président du Conseil des Ministres* (8 décembre 1848), exprime nettement sa pensée sur ce point : « Je regrette vivement, dit-il, que malgré l'insistance de mon ministère, le Conseil d'État n'ait pas cru pouvoir admettre le système d'organisation adopté par le Comité d'hygiène. Je crains qu'en supprimant le principe de l'élection on n'ait enlevé à l'institution des Conseils de salubrité un des principaux éléments de force et de vitalité. »

Mais un défaut bien plus grave encore consiste en ce que ces Conseils manquent *absolument de toute initiative;* en dehors des séances réglementaires, ils ne peuvent se réunir que sur la convoca-

tion du préfet, qui est président de droit. En sorte que, quel que soit l'état de la santé publique, les Conseils n'ont pas le droit de se saisir des questions d'hygiène qu'ils jugeraient à propos d'examiner dans l'intérêt de la salubrité. Ce droit d'initiative était inscrit dans le projet primitif de Royer-Collard : « Le droit d'initiative est incontestable, nous l'avons inscrit partout aussi clairement qu'il nous a été possible; il en est de même du droit d'avertir l'autorité, et de la tenir en éveil sur tous les faits qui peuvent intéresser la santé publique (1). » Mais le droit d'initiative fut repoussé par le Conseil d'État, au même titre que le droit d'élection.

On pourrait croire que le *Comité central consultatif* de Paris, en considération de la valeur exceptionnelle et la haute notoriété scientifique de ses membres, jouit d'une indépendance et d'une autonomie plus grande; il n'en est rien. Je me bornerai à citer un fait caractéristique qui donnera une idée exacte de sa complète subordination : Depuis plusieurs années, et à plusieurs reprises, le Comité central d'hygiène, comprenant dans son sein des hommes tels que MM. Ambroise Tardieu, Würtz, Bussy, Bouley, Gavarret, Bergeron, Fauvel, etc., tous membres de l'Institut ou de l'Académie de médecine, avaient exprimé le vœu que l'Administration autorisât la publication de ses travaux. Or, cette autorisation lui a été constamment refusée jusqu'à la chute du gouvernement impérial, et il a fallu qu'une révolution, amenée par des malheurs sans précédents, vînt renverser une dynastie, pour que cette publication fût rendue possible; de même qu'en 1848 il avait fallu qu'une Monarchie fît place à la République, pour que l'on songeât à s'occuper de l'organisation sérieuse des Conseils d'hygiène.

Enfin, Messieurs, quand les Conseils d'hygiène, après avoir été saisis d'une question par le préfet, et après l'avoir laborieusement étudiée et mûrement discutée, sont arrivés à des conclusions pratiques et proposent une solution, l'autorité administrative n'est nullement obligée de tenir compte de ces conclusions; elle peut parfaitement passer outre, et prendre les mesures les plus opposées à celles qui lui sont signalées par les corps compétents qu'elle a bien voulu consulter. En un mot, lorsqu'il s'agit de prendre des mesures qui intéressent directement la santé des populations, et dont la solution, bonne ou mauvaise, est souvent une question de vie ou de mort pour des milliers d'êtres humains, la science et la compétence sont subordonnées à la bureaucratie administrative (2).

(1) *Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de Paris*, t. I, p. 87, 1872, chez J -B. Baillière.

(2) Voir l'éloquente revendication du Dr Lorain, *Revue des cours scientifiques*, 1870, p. 710 et suivantes.

Et je peux vous citer un exemple très récent des conséquences lamentables que peut entraîner cette absence complète d'autorité effective des corps savants. En 1864, il s'agissait, à Paris, de construire un nouvel Hôtel-Dieu. L'Administration fit donc établir un projet de construction. Mais bientôt la *Société des chirurgiens* de Paris, justement émue des défectuosités du plan proposé, prit l'initiative d'une opposition très nette et très ferme. L'Administration préfectorale, inquiétée par ces réclamations, consulta alors, par pure formalité, une Commission de dix-huit médecins choisis par elle. Or, cette Commission de médecins, après avoir attentivement examiné ce plan et l'avoir sérieusement discuté, déclara formellement qu'il était entaché de vices radicaux; elle signala les dangers auxquels on exposait les malades en les accumulant dans un espace trop restreint, dans des bâtiments mal aménagés, au centre même de la cité. La conclusion fut que le plan proposé était absolument irréalisable et contraire aux règles les plus élémentaires de l'hygiène hospitalière. Enfin, M. le professeur Verneuil, dans le sein de la Société des médecins et chirurgiens des hôpitaux, résumait en ces termes l'opinion générale : « Si l'on tient compte de nos vœux, tant mieux; s'ils sont négligés, au moins ne sera-t-il pas dit que nous n'avons pas protesté, en plein dix-neuvième siècle, contre l'esprit de routine qui voudrait nous faire des hôpitaux aussi meurtriers que ceux que l'on construisait il y a trois siècles. » Mais l'Administration ne tint aucun compte de ces conseils qu'elle n'avait demandés que pour donner une apparente satisfaction à l'opinion publique; les constructions s'élevèrent avec rapidité.

Or aujourd'hui, après une dépense de plus de *40 millions,* il est reconnu à l'unanimité, par les Sociétés savantes de Paris, que le nouvel Hôtel-Dieu ne peut servir comme hôpital sans en modifier profondément l'aménagement intérieur, et quelle que soit la nouvelle destination qui sera donnée à cet immense édifice, on peut, sans exagération, évaluer à *15 millions* la perte d'argent qui en résultera.

Et encore faut-il remarquer que les Parisiens doivent s'estimer fort heureux d'en être quittes moyennant un sacrifice pécuniaire de 15 millions; car si l'empire ne s'était pas effondré, le prétendu Louvre de la misère serait aujourd'hui pour la ville de Paris un foyer d'infection et pour la population pauvre et souffrante la plus meurtrière des habitations, où elle succomberait en masse, victime des maladies infectieuses, et de toutes les conséquences de l'encombrement (1).

Eh bien! Messieurs, n'est-il pas évident que si dans les questions qui intéressent la santé publique, la médecine administrative avait une organisation sérieuse, si les Conseils d'hygiène avaient l'autorité

(1) Voir les articles de la *Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie,* janvier 1873.

nécessaire pour faire prévaloir leurs décisions, de pareilles fautes, disons le mot, de *pareils crimes* ne seraient pas possibles.

Et ne croyez pas, Messieurs, que cette coupable négligence des intérêts de la santé publique soit un fait isolé; comme l'a très bien dit M. Lorrain (1), presque toutes les grandes questions d'hygiène publique sont traitées par l'administration avec le même dédain des données de la science. La question de hôpitaux-maternités, l'isolement des varioleux dans les hôpitaux, l'enquête sur les causes de la mortalité des nourrissons, l'organisation des inspecteurs des épidémies, n'ont pas reçu de solutions plus satisfaisantes.

Je citerai encore comme exemples frappants de l'impuissance des Conseils d'hygiène à faire exécuter leurs prescriptions, quelques-uns des faits qui nous sont révélés par le récent rapport du Dr Levieux, sur les causes d'insalubrité de la ville de Bordeaux.

Le Conseil d'hygiène et de salubrité du département de la Gironde, on peut le dire hautement, est, parmi les Conseils d'hygiène de France, un de ceux dont les travaux se recommandent le plus à l'attention publique, tant par les lumières et le zèle de ses membres que par l'importance, la variété et la multiplicité des travaux qui lui incombent dans une ville de 200,000 habitants. Aussi à plusieurs reprises, ce Conseil et tout particulièrement le Dr Levieux, ont-ils reçu un juste tribut d'éloges de la part du corps savant de la capitale, en raison des services exceptionnels qu'ils ont rendus. C'est vous dire, Messieurs, avec quelle déférence l'Administration devrait accueillir leurs avis, surtout lorsqu'elle les a demandés. Et cependant, si vous voulez me permettre de vous exposer sommairement quelques-unes des questions soulevées par le rapport du Dr Levieux, vous verrez ce corps savant se consumer en vains efforts, pendant de longues années, pour l'amélioration des conditions hygiéniques de la ville de Bordeaux; à tel point qu'il n'a fallu rien moins que l'avènement d'un gouvernement libéral, pour que les prescriptions les plus urgentes fussent enfin prises en considération par une administration municipale plus soucieuse des intérêts de la population.

Abattoir de Bordeaux. — Les abattoirs, vous le savez, Messieurs, sont rangés avec beaucoup de raison parmi les *établissements insalubres de première classe;* en conséquence, ils doivent être placés hors des villes, ou tout au moins à leur circonférence. Or celui de la ville de Bordeaux se trouve très malheureusement placé, non seulement au milieu d'un quartier populeux, mais dans le centre d'établissements publics où sont appelés à séjourner d'une manière constante un grand

(1) *Revue des Cours scientifiques,* 1870, p. 710 et suivantes.

nombre d'individus; tels sont l'hospice des Vieillards, l'asile des Aliénés et le Petit-Séminaire.

Ce fatal voisinage était donc un motif sérieux pour activer la surveillance de cet établissement au point de vue sanitaire, et pour améliorer son aménagement intérieur. Aussi le Conseil d'hygiène, après avoir maintes fois visité l'abattoir, avait-il à plusieurs reprises nettement formulé les modifications urgentes qu'il jugeait nécessaire d'introduire dans le régime intérieur et dans l'installation de cet établissement.

Or, le Dr Levieux constate que jusqu'au jour où il rédige son rapport, c'est-à-dire six ans après la délibération du Conseil, aucune des mesures prescrites comme urgentes n'a été exécutée, et qu'elles n'ont pas même reçu un commencement d'exécution (1).

Cimetière de Bordeaux. — En 1862, le Conseil d'hygiène, consulté par le Préfet sur l'état du cimetière de la Chartreuse, déclare que que l'état d'insalubrité de ce cimetière est tel que la santé publique en est gravement compromise, que désormais la vente de nouvelles concessions perpétuelles doit être interdite, et qu'il est urgent de chercher immédiatement un autre local convenable pour l'installation d'un nouveau cimetière.

Depuis lors, neuf ans se sont écoulés, les concessions perpétuelles se sont continuées, et l'emplacement du nouveau cimetière n'est pas encore trouvé, malgré tous les efforts de l'Administration actuelle, les Administrations précédentes s'étant fort peu préoccupées de cette recherche.

Marais. — En 1860, le Conseil indique à l'Administration les mesures à prendre pour activer le dessèchement des marais de Bordeaux, de Bruges et de Rivière, qui sont un foyer d'infection pour la ville de Bordeaux; il proclamait l'urgence de ces travaux, et en 1871, c'est-à-dire onze ans après, l'assainissement est si loin d'être accompli que la partie la plus dangereuse, celle qui est la plus rapprochée de la ville, est encore à l'état de bourbier infect.

Je pourrais multiplier les citations, car sur presque toutes les questions de salubrité publique, les justes réclamations de ce Conseil ont été traitées avec le même sans-façon.

Mais vous conviendrez, Messieurs, qu'une organisation qui rend possibles de pareilles négligences et qui ne permet pas d'en faire

(1) Depuis la publication de ce rapport, l'administration municipale de Bordeaux, à qui revient le mérite d'avoir provoqué cette sérieuse enquête du Conseil d'hygiène, a fait droit à ces justes réclamations, et sur ce point, comme sur les autres, les mesures conseillées sont ou déjà exécutées ou en voie d'exécution.

retomber la responsabilité sur qui de droit, est au plus haut point défectueuse et demande de promptes réformes.

Je pense donc que vous n'hésiterez pas à demander avec moi la réorganisation des Conseils d'hygiène sur les bases suivantes :

1° *Élection des médecins* membres de *Conseils d'hygiène* par les médecins de l'arrondissement.

2° *Droit d'initiative*, droit de se réunir quand ils le jugeront à propos, de fixer leur ordre du jour, d'avertir l'autorité et de la tenir en éveil sur tous les faits qui peuvent intéresser la santé publique (1).

3° *Obligation* pour l'Administration de consulter les Conseils d'hygiène dans toutes les questions qui intéressent la santé publique.

4° *Obligation* pour l'Administration d'*exécuter* les prescriptions des Conseils (qui cesseraient dès lors d'être des *Conseils*, et deviendraient des *Comités d'hygiène*), lorsque ces décisions se rapporteront à certains points déterminés et spécifiés à l'avance; par exemple : lorsque les Comités d'hygiène prescriront des recherches, des enquêtes, ayant pour but de découvrir les causes d'insalubrité d'une ville ou d'une région et le moyen de les détruire ou de les atténuer (2).

Tel est, Messieurs, le *minimum* des réformes qui doivent être demandées aujourd'hui. Mais, à mon avis, ces modifications, quelque avantageuses qu'elles soient, sont loin de répondre à tous les besoins. Lorsqu'elles seront établies, on n'aura fait, en réalité, qu'un premier pas dans la voie de la réorganisation.

Si, en effet, cessant de s'en tenir à envisager d'une manière générale les attributions des Conseils d'hygiène, on examine attentivement et avec détail quelques-unes des questions qu'ils sont appelés à résoudre; si, surtout, on considère les grandes questions d'hygiène publique et de démographie, dont la solution s'impose dans notre état social si complexe, on arrive bien vite à cette conviction que des Conseils d'hygiène, même munis de l'initiative la plus large, de l'indépendance la plus entière et de l'autorité la plus indiscutée, seraient impuissants à trouver la solution de ces vastes problèmes.

(1) En cas de désaccord sérieux entre l'administration et les *Conseils d'hygiène* départementaux, le *Comité central consultatif d'hygiène de Paris,* réuni à une Commission nommée par l'*Académie de médecine* de Paris, pourrait être appelé à juger en appel.

(2) Le droit, pour le Conseil de santé, d'ordonner des enquêtes sanitaires et de les faire exécuter, existe depuis déjà longtemps en Angleterre. Le *Conseil général de santé,* établi en 1848, a le droit d'envoyer un inspecteur sanitaire dans toutes les villes où la mortalité est supérieure à 23 pour 1000. Celui-ci annonce son arrivée un mois à l'avance, et procède ensuite à une enquête à laquelle tous les citoyens sont appelés à concourir. C'est d'après cette enquête que le *Conseil de santé* prescrit les mesures provisoires qui sont ensuite soumises à la sanction du Parlement.

Il est dit, par exemple, dans le décret d'organisation de ces Conseils, qu'ils rassembleront et mettront en ordre tous les documents relatifs à la *mortalité,* à la *topographie,* à la *statistique médicale,* etc.

Or, n'est-il pas évident qu'une assemblée, composée en majeure partie de médecins praticiens, quotidiennement absorbés par leurs occupations professionnelles, n'est nullement organisée pour exécuter un travail de ce genre, qui exige avant tout l'unité de direction et la continuité dans l'effort?

Est-ce un Conseil d'hygiène qui pourra constater les causes de décès, dont la connaissance est d'un si haut intérêt pour la solution des problèmes démographiques, établir des tableaux statistiques d'une parfaite exactitude, où seront consignées les causes de mort suivant les âges, les sexes, les localités? Pourra-t-il davantage diriger les enquêtes nécessaires pour résoudre les grandes questions de la mortalité excessive des nourrissons, du degré de validité physique des nouvelles générations, du mouvement progressif ou rétrograde de la population, pour parcourir enfin ce vaste champ d'investigations que les beaux travaux du Dr Bertillon ont ouvert à notre activité ; les enquêtes sur l'influence de l'état civil (mariage, célibat, etc.), sur la durée de la vie et sur la santé physique et morale, sur l'acclimatation dans les pays chauds et la colonisation, sur les ravages de l'alcoolisme, sur les causes générales, la genèse et la prophylaxie des grandes diathèses (tuberculose, cancer, scrofule, etc.), et d'un grand nombre d'affections chroniques et héréditaires, recherches qui, certainement, rentrent dans les attributions de la médecine publique et administrative, et qui ne peuvent être exécutées que par une administration puissamment organisée. Car, comme l'enseigne M. le professeur Bouchardat, dans son cours à la Faculté de médecine de Paris, la recherche des causes et de la genèse de la phthisie pulmonaire et des autres grandes diathèses, n'est pas un problème de médecine individuelle, c'est un véritable problème social, et de la plus haute importance, pour la solution duquel le concours de la société tout entière est indispensable.

Pour résoudre ces vastes questions, une branche tout entière d'administration est à créer. Je n'ignore pas qu'au milieu du courant d'idées qui nous entraîne tous vers la décentralisation administrative, il semble que l'on commette un anachronisme en réclamant une intervention plus complète de l'État, dans un ordre de questions jusqu'ici abandonnées, en grande partie, à l'initiative individuelle. Mais cette objection ne doit pas nous arrêter, car s'il est un ordre d'intérêts dont la gestion comporte et exige une organisation puissante et centralisée, ce sont certainement les intérêts sanitaires.

De tous les intérêts humains, aucun n'est, en effet, aussi absolument commun à tous les hommes qui composent une même société; sur toutes les autres questions, les opinions et les aspirations sont divergentes; les points même les plus fondamentaux, tels que l'utilité de l'instruction pour le peuple, sont discutés par quelques-uns. Mais il n'en est pas un seul, quelles que soient ses opinions politiques, sociales, religieuses, qui n'aspire à jouir d'une santé solide et d'une vie prolongée. Par conséquent, si la science possède réellement les moyens d'accroître la prospérité physique des populations et de prolonger la durée de la vie, et que ces moyens ne puissent être mis en œuvre que par une organisation administrative puissante et un nouvel ordre de fonctionnaires, il n'y a pas à hésiter : créons cette organisation, ce nouvel ordre de fonctionnaires, sauf à supprimer ou à réduire d'autres branches de l'administration qui seraient reconnues moins utiles.

Du reste, Messieurs, bien que je fusse profondément convaincu de la nécessité d'une pareille création, peut-être n'aurais-je pas osé prendre l'initiative de cette proposition devant cette Assemblée, si je n'avais pas été précédé dans cette voie par d'illustres devanciers et par un grand nombre de savants, sur l'autorité desquels je ne négligerai pas de m'appuyer. M. Michel Lévy, inspecteur du service de santé des armées et l'un de nos plus savants hygiénistes, énumérant les défectuosités du service de la médecine publique dans notre pays, s'exprime ainsi : « Les Conseils d'hygiène d'arrondissement existent à peine; les rapports de l'Académie prouvent l'insuffisance de la prophylaxie officielle; la répétition des mêmes épidémies dans les mêmes localités, etc. Et il en sera ainsi tant que la médecine, dénuée d'initiative, subordonnée partout à la bureaucratie administrative, n'aura pas sa place dans le cycle des autorités du pays (1). »

Et M. Littré, qui cite ces paroles, ajoute que non seulement il s'y associe, mais qu'il va plus loin. « Je me suis bien des fois demandé (2), dit-il, comment il se fait que, dans les États civilisés, il n'y eût pas un ministère spécial de la santé publique. Une telle idée me paraît assez mûre pour s'offrir à d'autres qu'à moi, et pour attirer leur attention. Les grands ministères de la consommation et de la production, tels que les finances, l'agriculture, le commerce, l'industrie, les travaux publics, jouent dans le corps social le rôle des fonctions nutritives dans l'individu. Celui de l'instruction publique, avec sa gestion des établissements consacrés aux arts, aux lettres, aux sciences, répond aux facultés supérieures de l'intelligence et de la

(1) Michel Lévy, *Traité d'hygiène*, t. II, p. 378, 5me édition.
(2) *Médecine et médecin*, par E. Littré, membre de l'Institut, p. 284.

moralité. Entre les deux est une lacune, à savoir le soin du corps, l'entretien de la santé des populations; en un mot, l'ensemble de l'hygiène publique. La lacune était inaperçue tant que les populations n'avaient pas assez souci d'elles-mêmes, tant que les administrations ne savaient à qui s'adresser, tant que la médecine ne se voyait pas assez forte pour intervenir. Aujourd'hui les trois conditions sont remplies : les populations veillent sur elles-mêmes, les administrations s'empressent, et la médecine est devenue capable de diriger, de la façon la plus utile à l'individu et à l'état, ce grand mouvement de la maladie et de la santé, de vie et de mort, qui amène à la lumière chaque génération pour la coucher à son tour dans le tombeau, après sa tâche accomplie. »

Cette idée, émise par M. Littré, de la création d'un ministère d'hygiène publique, qui peut, au premier abord, paraître trop ambitieuse, et qui, selon moi, répond entièrement à la situation, cette idée est sur le point d'être réalisée par la nation anglaise, qui est la nation pratique par excellence. Un projet de loi proposé au parlement, porte en effet les principales dispositions suivantes (1).

L'autorité centrale préposée à l'administration des lois concernant la *Santé publique* et l'*Assistance* sera dévolue à un seul ministre, qui ajoutera à son titre ancien celui de *Ministre de la santé et de l'assistance publiques*.

L'Angleterre sera divisée en circonscriptions sanitaires, ayant chacune leur autorité locale chargée de veiller sur la santé publique et sur tout ce qui concerne l'assainissement des localités.

Cette autorité locale aura sous ses ordres un certain nombre d'agents chargés de faire exécuter ses prescriptions (officiers sanitaires).

Ils seront subordonnés aux autorités sanitaires centrales. Enfin leur indépendance est assurée vis-à-vis des autres administrations; ils dépendront uniquement du Conseil sanitaire du district et de la direction sanitaire centrale. Les attributions de ces officiers sanitaires seront fort étendues; elles comprendront les objets suivants :

1° Ils auront à signaler les causes locales préjudiciant à la santé publique dans leur district, à en informer les autorités et à suggérer les moyens d'y remédier ;

2° Dénoncer les cas de maladies épidémiques, endémiques ou contagieuses et les causes locales propres à les propager, et adresser sur tous ces points un rapport au Conseil supérieur de santé ;

3° Dire quelle est la qualité des eaux potables et signaler les impuretés, ainsi que les causes qui peuvent altérer la pureté des eaux dans les réservoirs;

(1) *Revue scientifique*, 2e année, 2e série, n° 1, 1872.

4° Inspecter les denrées alimentaires : viande, poisson, lait, thé, mises en vente, et en donner leur avis;

5° Signaler les sources d'émanations mal odorantes ou nuisibles, industrielles ou autres, et l'infection de l'air par les égouts, réservoirs ou autres causes;

6° Recueillir et rapporter chaque semaine les cas de maladies, en indiquer la nature et les suites;

7° Présenter tous les trois mois, ou annuellement, un rapport et un tableau relativement aux maladies et à la mortalité du district, et fournir au Conseil du gouvernement local toutes indications et tous renseignements qu'ils demanderaient.

Vous le voyez, Messieurs, par ce court exposé du projet de loi, dont déjà plusieurs parties sont adoptées, l'Angleterre est entrée dans la voie des réformes sérieuses et des modifications profondes touchant l'administration de la médecine publique. Devons-nous la suivre dans cette voie, ou devons-nous, en dépit de nos bouleversements périodiques, toujours rester dans l'ornière de la routine?

Pour moi, Messieurs, la réponse n'est pas douteuse, et j'espère qu'elle ne le sera pas davantage pour vous.

J'aurais donc voulu faire avec vous une étude approfondie du projet de loi britannique, afin d'examiner jusqu'à quel point nous pourrions approprier à notre usage les principales dispositions qu'il contient, et les adapter à nos divisions administratives, mais ce travail serait trop long à lire, et, ne voulant pas abuser plus longtemps de votre bienveillante attention, je me borne à demander que la discussion soit ouverte sur la *nécessité de réorganiser nos institutions d'hygiène publique,* et si vous jugiez que le temps nous manque pour discuter cette vaste question, je vous demanderais de voter la motion suivante :

« L'*Association française pour l'avancement des sciences,* reconnaissant la nécessité de réformer nos institutions d'hygiène publique, nomme une députation chargée de prier l'Académie de médecine de Paris d'instituer une Commission spéciale, qui, réunie au *Comité central d'hygiène publique de Paris*, sera chargée de préparer un projet de loi sur la réorganisation de nos institutions d'hygiène publique, projet de loi qui sera envoyé, par l'Académie, à la réunion des médecins membres de l'Assemblée nationale. »

Dr E. LISLE.

Du Pain fabriqué avec l'eau de mer, et de son influence sur notre organisation.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

MESSIEURS,

J'ai commencé, il y a près de quatre mois, une série d'expériences sur la possibilité de substituer l'eau de mer à l'eau douce dans la fabrication du pain, et sur l'influence que le pain ainsi fabriqué exerce sur nos principales fonctions. Les résultats déjà obtenus, que je vous demande la permission de soumettre sommairement à votre bienveillante appréciation, m'autorisent à croire que celle-ci sera des plus sérieuses et des plus utiles.

Un mot d'abord sur les motifs qui m'ont déterminé à entreprendre ces expériences. L'idée de remplacer l'eau douce par l'eau de mer, dans la fabrication du pain n'est certes pas nouvelle; elle a dû venir de tout temps aux marins surpris par le manque d'eau douce au milieu d'une longue traversée, et certainement elle a dû être bien souvent mise en pratique. Aussi, l'avouerai-je sans le moindre scrupule, elle m'est venue d'un vieux capitaine au long cours, que j'ai connu à Marseille, il y a quelques années, alors que j'étais médecin de l'Asile public d'aliénés du département des Bouches-du-Rhône. Celui-ci aimait à causer, et entre autres épisodes de sa vie aventureuse, il m'a plusieurs fois raconté le suivant : se trouvant un jour sur le point de manquer d'eau au milieu des mers de l'Inde, il eut l'idée de faire faire du pain avec l'eau de la mer. Contrairement à son attente, ce pain fut trouvé bon et accepté sans difficulté par ses matelots, qui n'en mangèrent pas d'autre pendant le reste de la traversée. Cela dura près de deux mois, et produisit des résultats tout à fait inattendus. Quelques hommes qui étaient fatigués et maladifs se rétablirent promptement, et tout l'équipage jouissait, en arrivant à Marseille, de la santé la plus florissante. Depuis cette époque, ajoutait le narrateur, je n'ai plus nourri mes hommes qu'avec du pain à l'eau de mer; et pendant plus de douze traversées, de plusieurs mois chacune, je n'ai jamais eu un seul malade à bord.

Ce fait, la conclusion surtout, me frappèrent vivement, et tout en faisant la part d'un peu d'exagération peut-être, je me promis de refaire l'expérience aussitôt que j'en aurais le loisir. En y regardant de près, d'ailleurs, il était facile de se convaincre que les idées

modernes sur la nutrition d'une part, de l'autre la remarquable minéralisation de l'eau de la mer s'accordaient pour justifier jusqu'à plus ample informé les allégations du capitaine marseillais. Aussi, à peine installé à Arcachon, au commencement du mois de mai dernier, je m'entendis avec un boulanger du pays pour commencer immédiatement les expériences que les circonstances ne m'avaient pas permis de faire à Marseille.

La première question à résoudre était celle de savoir si la fabrication projetée était possible, et si celle-ci donnerait un pain agréable au goût et de digestion facile. Nos premiers essais furent assez peu satisfaisants. Notre pain était compact, sans yeux, de couleur plutôt brune que blanche, assez mal cuit et présentant à peu de chose près l'aspect de pain fait avec la farine de seigle. Le goût seul ressemblait assez bien à celui du pain ordinaire, mais du pain ordinaire mal réussi et insuffisamment levé. Mon collaborateur ne se découragea pas cependant, et après bien des tâtonnements et des mécomptes de toute espèce, il parvint à faire les excellents petits pains que j'ai déjà mis sous vos yeux.

Il y a de cela environ quatre mois, et depuis lors je n'en ai pas mangé d'autre. Car, ainsi que je l'ai toujours fait lorsque j'ai eu à prescrire à mes malades soit un aliment, soit un médicament nouveau, j'ai voulu, avant d'en conseiller l'usage, en expérimenter sur moi-même l'action bonne ou mauvaise. Or, voici le résultat de mes longues expériences : Je suis atteint, depuis près de trente ans, d'une névrose de l'estomac, assez mal définie, très pénible parfois, quoique ordinairement supportable, mais qui s'accompagne souvent et pendant de longs mois d'un trouble grave des fonctions digestives, avec perte plus ou moins complète de l'appétit. Je me trouvais dans ce dernier cas, à mon arrivée à Arcachon, à ce point que je ne pouvais faire qu'un repas chaque jour, vers midi. Si je prenais quelques aliments le soir, la digestion en était très difficile, et mon sommeil était pénible et plus fatigant que réparateur. Enfin, une longue expérience me faisait craindre que cet état ne dût se prolonger au moins jusqu'à la fin de l'automne.

Cependant, moins de quinze jours du nouveau régime suffirent pour réveiller et régulariser les fonctions digestives, activer la nutrition et toutes les fonctions de la vie organique, et rarement un sommeil profond, exempt des rêves pénibles et des cauchemars qui le troublaient naguère. Puis, le climat d'Arcachon aidant, les forces revinrent rapidement, et, depuis bien des années, ma santé n'avait pas été aussi bonne qu'aujourd'hui. Je dois ajouter que mon état n'avait éprouvé aucun changement favorable au moment où ont

commencé mes expériences, quoique j'eusse déjà passé à Arcachon la plus grande partie des deux mois de mars et d'avril.

Encouragé par des résultats aussi satisfaisants, j'ai conseillé le pain à l'eau de mer à toutes les personnes malades ou bien portantes qui m'ont honoré de leur confiance. J'ai soumis à ce régime tous les miens et quelques amis. Mon honorable confrère, le Dr Da Cruz-Texeira, médecin à Arcachon, a suivi mon exemple auprès de quelques-uns de ses clients. Aussi la consommation du nouveau pain augmenta-t-elle tous les jours. Mais ces faits nouveaux sont trop récents, et trop en dehors de mon observation directe pour pouvoir se prêter à une interprétation sérieuse. La seule chose que je puisse affirmer, sans crainte d'être démenti par une observation ultérieure, c'est que je n'ai pas appris jusqu'ici que personne ait eu à se repentir d'avoir suivi nos conseils. Tous, au contraire, se plaisent à reconnaître que le nouveau pain est plus agréable au goût, se conserve frais beaucoup plus longtemps, et est d'une digestion plus facile que le pain ordinaire.

Ce qui précède m'autorise, il me semble, Messieurs, à appeler votre plus sérieuse attention sur un moyen simple, facile et efficace d'administrer à l'intérieur, sous une forme agréable et à un prix accessible aux bourses les plus modestes, l'eau minérale la plus précieuse et la plus commune qu'il y ait au monde. Vous m'aiderez, je n'en doute pas, à en étudier les effets tant sur l'homme sain que sur l'homme malade. Vous jugerez comme moi que cette étude faite avec soin doit devenir féconde, et vous ne me refuserez pas votre bienveillante approbation, qui me sera le plus précieux encouragement à la continuer avec tous les développements qu'elle comporte.

Je pourrais et je devrais peut-être borner là cette petite note, tout en me réservant de la compléter à l'époque plus ou moins éloignée où vous vous réunirez pour la seconde fois. Mais il survient depuis quatre à cinq jours un incident, qui peut avoir des suites graves auxquelles je n'avais nullement pensé à l'origine de ces recherches, et sur lesquelles je dois encore appeler votre attention.

Je vous ai dit déjà que depuis près de quatre mois je me nourris exclusivement de pain à l'eau de mer, et j'ai ajouté que depuis bien des années ma santé n'a jamais été aussi bonne qu'aujourd'hui. Ceci ne m'a pas empêché d'être atteint la semaine dernière d'un coryza d'une intensité moyenne que j'ai fait avorter très rapidement. Mais pendant quatre jours je n'ai pas pu me moucher sans provoquer la sortie de quelques gouttes de sang et, cinq à six fois au moins, une véritable hémorrhagie nasale qui a duré deux ou trois minutes à peine et s'est toujours arrêtée d'elle-même. Or, quoique j'aie été très

sujet autrefois aux hémorrhagies nasales, il y avait bien des années que pareille chose ne m'était arrivée. Que penser de cet accident insignifiant en apparence? Rien au premier abord. Mais en y réfléchissant, je me suis demandé s'il n'y aurait pas là l'indice d'un commencement de fluidification anormale du sang provenant d'une saturation alcaline produite à la longue par les sels de soude, de magnésie, de potasse et de chaux contenus en si grande abondance dans l'eau de la mer. L'affirmation me paraît assez probable et avec d'autant plus de raison que j'ai pu constater depuis trois jours une augmentation notable de la densité des urines, et dans certains moments une très grande diminution de leur acidité, le matin surtout, où elles ne rougissent que très faiblement le papier bleu de tournesol.

Il est vrai de dire cependant que ce n'est encore là qu'une conjecture, et j'ai hâte d'ajouter que si cette conjecture devient un jour une réalité, le pain à l'eau de mer ne sera pas abandonné pour cela; il restera un aliment agréable et de digestion facile dont on ne devra user qu'avec modération; et il deviendra de plus un véritable médicament auquel il sera facile de trouver, avec un peu d'étude, les propriétés les plus salutaires contre une foule de maladies chroniques. Ces maladies quelles seront-elles? L'énumération pourrait, il me semble, en être fort longue. Je laisse au temps et à chacun de vous, Messieurs, le soin de la faire à ma place.

Dr FONTAINE.

Nouveaux appareils pneumatiques pour administrer le bain d'air comprimé.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

Dans sa séance publique du 22 mars 1852, l'Académie des sciences adoptant les conclusions d'une Commission composée de MM. Velpeau, Flourens, Roux, Andral, Rayer, Magendie, Lallemand, Duméril et Serres, chargée dans la distribution des prix Montyon de désigner les travaux de médecine et de chirurgie dignes de récompense, décernait à M. Tabarié une récompense de deux mille francs et une autre également de deux mille francs à M. Pravaz, pour les premières applications de l'air comprimé aux traitements des affections dont « les organes de la respiration peuvent être le siége ».

C'était le premier encouragement officiel accordé à la thérapeutique pneumatique. Depuis, un certain nombre de médecins se sont exclu-

sivement consacrés à l'étude de l'air comprimé comme agent thérapeutique, et il existe actuellement en Allemagne, en Suède, en Danemark, en Russie et en France un certain nombre d'établissements médico-pneumatiques.

Les plus célèbres sont ceux de M. Rud de Vivenot, à Vienne, et du docteur Sandhal, à Stockholm. Dans ce dernier, subventionné par la Diète, plus de 80,000 bains déjà avaient été administrés en 1868. On cite les établissements pneumo-thérapiques du docteur Lange dans le Holstein, et en Écosse, celui de MM. Mac Lead et Simpson. En France, où elle a pris naissance, la médecine pneumatique ne paraît pas jouir d'une aussi grande faveur qu'en Allemagne; les établissements les plus connus sont ceux de M. Bertin, professeur agrégé à la Faculté de Montpellier, et de M. Pravaz, à Lyon. C'est au docteur Bertin que sont dues les observations les plus nettes, les plus précises et les plus concluantes qui aient été publiées sur les effets thérapeutiques de l'air comprimé (1).

La pneumo-thérapie n'a pour ainsi dire pas rencontré de détracteurs; tous les cliniciens qui ont employé le bain d'air comme agent thérapeutique s'accordent à lui reconnaître une grande efficacité dans le traitement de l'*asthme catarrhal,* du *catarrhe chronique* et de l'*emphysème pulmonaire* — guérison dans la grande majorité des cas et toujours amélioration. — Les *bronchites chroniques,* les *engorgements pulmonaires,* les *laryngites chroniques,* l'*emphysème vésiculaire* guérissent fréquemment aussi sous l'influence de bain d'air et sont en tout cas presque toujours amendés; de plus, ce qui paraît autrement important, quelques praticiens d'un savoir incontesté viennent affirmer, s'appuyant sur de nombreuses observations, que le bain d'air comprimé guérit *quelquefois* la phthisie pulmonaire au premier et au deuxième degré et réussit *souvent* à en enrayer la marche. Ceci admis : le bain d'air comprimé souverain ou au moins utile contre la plupart des affections chroniques des voies respiratoires, c'est-à-dire contre les affections qui, en temps ordinaire, fournissent le plus gros contingent aux bulletins de mortalité : comment expliquer que ce mode de traitement ne se soit pas vulgarisé davantage? Comment n'est-il pas à Paris en plus grande faveur auprès du corps médical, quand les maladies justiciables du bain d'air y sont si nombreuses ?

La réponse est bien simple : le bain d'air comprimé n'a pas pris dans la thérapeutique usuelle la place importante à laquelle son efficacité dans le traitement des affections pulmonaires chroniques semble lui donner droit, parce que :

(1) *Étude clinique de l'emploi et des effets de l'air comprimé dans le traitement des maladies de poitrine.* A. Delahaye, 1868, Paris.

1° Il n'a pas encore eu la consécration de l'*expérimentation à l'hôpital* qui seule peut, grâce à la critique qu'engendrent les recherches publiques et contrôlées, déterminer sa valeur (1) réelle et permettre d'en formuler avec le mode d'emploi les *indications* et *contre-indications;*

2° Parce que les procédés actuellement en usage pour l'administrer sont *compliqués* et *coûteux*. Il faut, pour comprimer l'air, une machine à vapeur et par suite un mécanicien pour la chauffer et la diriger. Si l'on ajoute à cela les frais d'installation et la nécessité d'un personnel médical, on comprend facilement que le traitement des établissements médico-pneumatiques, efficace seulement lorsqu'il est suffisamment prolongé, n'est pas actuellement accessible aux malades de la classe ouvrière, au sein de laquelle cependant les affections pulmonaires sont malheureusement très communes.

De plus, ces procédés sont *défectueux,* car la température de l'air comprimé, température calculée à l'avance et obtenue artificiellement, ne saurait indifféremment être la même pour tous les malades, ni pendant toute la durée du bain. Certains d'entre eux, sous l'influence sédative de l'air comprimé, éprouvent une sensation de froid, malgré la legère augmentation de température qui résulte de la *compression de l'air par l'air,* sensation désagréable et qui peut être quelquefois nuisible; d'autres, au contraire, éprouvent la sensation inverse. Aussi serait-il désirable de pouvoir faire varier la température du bain pendant le bain, suivant l'impressionnabilité du malade à la chaleur et au froid.

Le traitement pneumatique a contre lui actuellement : l'indifférence du corps médical qui ne se sent pas suffisamment éclairé, faute d'expérimentation officielle, pour le préconiser et l'employer dans la pratique usuelle, le prix élevé du bain d'air, et enfin certaines imperfections de son mode d'administration; mais, en revanche, il aurait cette précieuse propriété de guérir *très souvent* l'asthme catarrhal, le catarrhe chronique et l'emphysème pulmonaire; de soulager *presque toujours* et de guérir quelquefois la plupart des autres affections chroniques de la poitrine, la phthisie pulmonaire (2) comprise et certaines névroses de la respiration exceptées.

Convaincu par la lecture de nombreuses observations de guérison, publiées par MM. Pravaz père et fils, Sandhal, Rud de Vivenot et

(1) Les remarquables recherches de M. Paul Bert, professeur à la Sorbonne, sur les effets physiologiques de l'*air comprimé,* ont en quelque sorte préparé le terrain pour l'expérimentation de cet agent thérapeutique, et remis à l'ordre du jour la question de la *médecine pneumatique*.

(2) Bertin, ouvrage cité, observation 75 et les vingt-huit suivantes.

Eugène Bertin, de l'efficacité réelle du bain d'air comprimé, j'ai imaginé et construit un compresseur automoteur qui permette d'administrer le bain d'air aussi *simplement* et presque à aussi *bon marché* que le *bain ordinaire* d'eau tiède.

Cet appareil simplifie de beaucoup le système de mise sous pression des malades dans les cloches ou baignoires, aussi je crois pouvoir dire qu'il est tout indiqué pour l'expérimentation, à l'hôpital, de la méthode pneumatique. Placé sur le trajet d'une distribution d'eau (1) et communiquant d'autre part avec l'égout, il fournit une distribution d'air comprimé sous commande de robinet analogue comme régularité à celle du gaz d'éclairage. On pourra, par conséquent, l'employer pour administrer le bain d'air à *toute heure,* dans *toutes* les maisons et à *tous étages,* ce qui n'est pas possible lorsqu'on emploie comme agent de compression la machine à vapeur, laquelle demande l'intervention d'un ouvrier, la mise sous pression préalable et ne peut être installée que dans un local spécial.

L'administration du bain comprend la compression de l'air et la mise sous pression du ou des malades. On sait que la mise sous pression a lieu dans l'appareil Tabarié : une chambre en fer battu munie d'un tambour de communication, de fenêtres à verres épais et résistants et dont la porte se referme par l'excès de la pression intérieure sur la pression qu'elle supporte extérieurement. Une conduite y amène l'air sous pression dont la température a été artificiellement élevée ou abaissée, suivant la saison ; une autre sert au dégagement de l'air chargé des produits de la combustion pulmonaire et de la transpiration pulmonaire et cutanée. Le bain dure deux heures; il se divise en trois stades : 1° accumulation de l'air, une demi-heure; 2° pression fixe, une heure ; 3° dilatation de l'air, une demi-heure.

Le malade revient lentement à la pression atmosphérique comme il a atteint lentement la pression prescrite. La pression intérieure est mesurée à l'aide d'un manomètre, et l'opération de mise sous pression est dirigée par un aide. Les pressions employées varient entre 15 et 60 centimètres de mercure. Mais dans la plupart des établissements pneumatiques, on ne dépasse pas 30 centimètres de mercure ou 2/5 d'atmosphère.

Les chambres à air que je propose *(pl. XV)* sont presque identiques à celles de l'établissement médico-pneumatique de Montpellier. Elles en diffèrent en ce que l'air leur est distribué par deux robinets : un pour l'*air chauffé en hiver ou refroidi en été,* l'autre pour l'*air à la tempé-*

(1) Le prix de revient du bain d'air variera suivant le prix de vente des eaux par les compagnies de distribution. A Paris, en employant l'eau de l'Ourcq, le bain d'air de 2 heures coûterait à peine 0,70 centimes.

rature de compression. Cette température est sensiblement la même que celle du sous-sol, car la pression des distributions d'eau dépasse rarement trois atmosphères. Dans ces conditions, la chaleur dégagée par la compression de l'air est presque insignifiante. Les robinets sont munis de cadrans gradués et d'aiguilles indicatrices de leur section d'ouverture. Ils terminent les conduites V″ V‴ qui vont à chaque cloche. V″ V″ sont les divisions terminales de la conduite d'air chauffé en hiver et refroidi en été — renflée en un point de son parcours sous forme de chaudière tubulaire, cette conduite est entourée d'un bain-marie d'eau chaude ou de glace, suivant la saison — et V‴ V‴ celles de la conduite d'air à température de compression. Ces *deux conduites* sont les divisions du tuyau de dégagement d'air V. *(Pl. IV et V.)* Comme ce tuyau V est muni d'un régulateur de pression, le baigneur a à sa disposition deux robinets d'air d'égale pression et d'inégale température. Il peut alors administrer le bain d'air comme le baigneur des établissements publics prépare le bain d'eau tiède. Le mélange des deux veines gazeuses, lequel se fait dans un manchon qui aboutit au bas de la cloche, remplace le mélange des deux veines liquides. Vᴵᵛ est la conduite qui sert au dégagement de l'air vicié par la respiration. Il est donc possible avec ce système de faire varier la température du bain en conservant la pression, ou inversement de faire varier la pression en conservant la température qui convient au malade. L'aide surveille le malade, le thermomètre et le manomètre à travers un œil-de-bœuf vitré, et, suivant les signes du malade ou les indications du thermomètre, il peut donner à l'air de la cloche l'élévation ou l'abaissement de température nécessaire. Les cadrans gradués des robinets servent à maintenir, pendant la pression prescrite, la température voulue, en assurant en même temps le dégagement de l'air vicié par la respiration et la transpiration du malade.

Dans les cloches pneumatiques ordinaires, il est nécessaire de faire pénétrer par la pompe de compression de l'air qui au moment où il est aspiré est déjà refroidi ou réchauffé suivant la saison et suffisamment chargé de vapeur d'eau. Dans le système que je propose, l'air, en se comprimant, vaporise une partie de l'eau, laquelle reste à l'état de vapeur ou se condense, suivant la température qui résulte du mélange des deux veines gazeuses dans le manchon.

L'appareil de compression se trouve décrit dans la communication que j'ai faite à la 4e Section (Génie civil). Voyez pages 219 à 225.

M. J. DE PARSEVAL-GRANDMAISON.

Ancien président de l'Académie de Mâcon.

Des Caractères essentiels qui différencient les phénomènes chimiques, physiques et physiologiques des phénomènes psychologiques.

(Extrait.)

(Séance du 12 Septembre 1872.)

L'auteur, après avoir fait remarquer que cette importante question n'est autre, au fond, que celle de la distinction de l'âme et du corps, pense qu'elle peut être traitée par la méthode employée dans les sciences naturelles, et qu'il faut, en conséquence, observer et comparer; la première comparaison doit être celle des phénomènes de l'esprit avec ceux de la matière inerte et de la matière vivante.

Après avoir passé en revue les phénomènes étudiés en chimie, en physique, en mécanique et en physiologie, l'auteur leur a reconnu un caractère commun : c'est d'être *quantitatifs*, de pouvoir être évalués numériquement. Au contraire les phénomènes psychologiques ne seraient pas appréciables par leur quantité, mais seulement par leurs qualités : ils sont essentiellement *qualitatifs*.

L'auteur croit être parvenu à démontrer que les phénomènes des deux ordres présentent ainsi des caractères essentiellement différents; il en conclut tout d'abord : que les phénomènes intellectuels ne sont pas une dépendance de la biologie et que, dès lors, la philosophie est une science au même titre que les sciences de la nature. Quant aux autres conséquences, s'il en existe, l'auteur livre aux savants et aux philosophes le soin de les déterminer.

Dr RAILLARD,

De Dax.

De la Transformation opérée dans les Landes au point de vue hygiénique depuis leur assainissement.

(Mémoire présenté aux membres du Congrès lors de leur passage à Dax, le 13 Septembre 1872.)

MESSIEURS,

Restreignant à son côté purement médical la question que j'ai entrepris de traiter devant vous, je vais essayer de vous faire connaître les progrès accomplis dans les Landes, au point de vue hygiénique, depuis leur assainissement.

On vous a, sans nul doute, longuement entretenus déjà des transformations accomplies dans la culture des Landes, des nombreuses plantations d'essences diverses et notamment de pins maritimes et de chênes-liéges qui y ont été faites, des travaux de dessèchement dont elles ont été l'objet dans la région des étangs, des canaux qui y ont été creusés, des routes dont elles ont été sillonnées, en un mot, de tous les perfectionnements apportés à l'amélioration des conditions du sol dans cette contrée.

Il y a là précisément, Messieurs, une relation de cause à effet que j'ai tenu à ne point laisser passer inaperçue à vos yeux, afin que, de retour de l'excursion que vous faites dans l'intérêt de la science, vous puissiez rapporter dans vos contrées respectives une idée tout autre que celle qu'on en a généralement, de ce coin pendant si longtemps déshérité de notre pays, de ce Sahara de la France, ainsi que l'ont surnommé les géographes, et le présenter sous des couleurs moins sombres, sous un aspect plus riant que celui qui s'attache aux préventions dont il a longtemps été l'objet et que la dénomination de Landes, qui lui a été donnée, ne semble encore que trop justifier.

Je vais donc essayer, afin de vous rendre meilleurs juges des transformations opérées dans les Landes, au point de vue hygiénique, d'esquisser à grands traits les tableaux comparatifs de ce qu'étaient les Landes à ce point de vue, avant leur assainissement, et de ce qu'elles sont aujourd'hui.

Il ne me sera pas nécessaire de remonter à une époque bien éloignée de nous pour vous convaincre que les progrès de l'agriculture et de la vicinalité, et la diffusion du bien-être qui en a été la conséquence, ont exercé une influence des plus heureuses sur la santé publique parmi nos populations.

Il y a seize ans à peine, à l'époque où je commençais à me livrer à la pratique de la carrière médicale, la contrée du département des Landes, dont je m'occupe dans cet exposé, et qui se trouve comprise entre les Landes de la Gironde, la rive droite de l'Adour et le littoral, était littéralement infestée de fièvres intermittentes.

Je vous ferai grâce, Messieurs, du triste tableau des désordres entraînés dans l'économie tout entière des malheureux sujets atteints de cette maladie; qu'il vous suffise de savoir qu'elle produisait en très peu de temps la cachexie paludéenne caractérisée par l'anémie poussée à ses dernières limites, l'aglobulie ou appauvrissement du sang, la bouffissure de la face et sa teinte jaune terreuse, en même temps que par un état général d'hydropisie.

Les médecins voyaient tomber les constitutions les plus robustes, sous la fatale étreinte de cette maladie endémique, dont ni le quin-

quina, ni les préparations arsénicales, ni aucun des prétendus spécifiques en un mot ne pouvaient, dans bien des cas, conjurer la marche, et qui, conduisant en très peu de temps les sujets qui en étaient atteints à une mort certaine, dévastait la contrée tout entière. Il y a plus, les autres maladies, au lieu de suivre leur marche normale, se compliquaient presque toujours d'accès intermittents, dus sans nul doute à l'influence du même génie morbifique. On leur voyait revêtir le type rémittent ou intermittent, prendre en un mot le masque des fièvres de cette nature, qui, en leur imprimant leur cachet de périodicité, venaient ajouter à leur gravité un élément de gravité plus grand encore.

Ces fièvres intermittentes endémiques, soit qu'elles existassent isolément, soit qu'elles vinssent à titre de maladie intercurrente se greffer sur une autre maladie aiguë, prenaient souvent un caractère pernicieux par l'exagération d'un de leurs stades, ou par suite de troubles graves apportés du côté du cerveau, de la poitrine, ou de l'abdomen.

Elles avaient alors un caractère de subintrance très prononcé, c'est-à-dire que souvent un accès commençait avant que l'autre fût fini.

Vous comprendrez facilement dès lors, Messieurs, quelle devait être la gravité d'une maladie qui, alors même que les accès sont séparés par des intervalles bien tranchés, enlève souvent un malade au deuxième ou au troisième accès, si le spécifique n'est pas administré pendant l'intermittence, aussitôt que le médecin a reconnu la nature du mal.

Ces faits maladifs se reproduisent bien encore de nos jours de temps en temps, mais ils sont bien plus rares, et notre contrée ne diffère en rien aujourd'hui, sous ce rapport, des autres contrées de la France, où on les observe de loin en loin comme chez nous.

La pellagre qui, elle aussi, exerce quelquefois encore ses ravages dans les Landes, sévissait avant leur assainissement d'une façon aussi notoire que la fièvre intermittente, et, endémique comme elle, elle faisait de nombreuses victimes.

Combien de morts par immersion ou par strangulation n'a-t-il pas été donné de constater aux médecins des Landes, et combien de cas d'exaltation religieuse les maisons de santé de notre contrée n'ont-elles point eu à enregistrer sous l'influence de cette désastreuse maladie, sans tenir compte du nombre considérable de sujets dont la mort, pour être plus obscure, n'en était pas moins certaine, par le fait des lésions viscérales produites chez eux par la pellagre qui, loin de reconnaître pour cause une cause unique, comme celle que lui

attribuait le médecin italien Balardini, qui la faisait provenir de l'altération du maïs par un fongus parasite qu'il nommait le *Sporisorum maïdis,* est produite, à mon avis, par un ensemble de causes débilitantes, qui, ayant toutes la misère pour principe, convergent fatalement vers le même but.

Enfin j'ajouterai, pour achever d'exposer ce triste tableau du passé hygiénique des Landes, que je suis, pour ma part, convaincu que la phthisie, maladie d'ordinaire assez rare dans nos contrées, y est peut-être devenue plus rare encore, depuis que les conditions hygiéniques, en s'améliorant, ont amené une diminution considérable dans la proportion des cas de fièvre intermittente et de pellagre qui les ravageaient. Cette opinion, que m'ont suggérée quelques observations qui me sont personnelles, et qui doit faire l'objet d'un Mémoire que je me propose de soumettre à l'Académie de médecine, sous ce titre : *de la Production des tubercules dans la fièvre intermittente invétérée;* cette opinion, dis-je, trouvera, je le crois, de nombreux adhérents parmi mes confrères des Landes.

Du reste, elle s'accorde parfaitement avec les données actuelles de la science, qui admettent que si la phthisie est quelquefois héréditaire, cette hérédité n'est point fatale; que souvent la diathèse est acquise, reconnaissant alors pour cause toutes les circonstances hygiéniques ou pathologiques capables d'amener à la longue une débilité constitutionnelle définitive.

Cela est tellement vrai, que toutes les observations dirigées dans ce sens ont démontré que la tuberculose n'est pas transmise en nature, qu'il est très rare que les enfants viennent au monde avec des tubercules, mais qu'ils apportent en naissant la débilité constitutionnelle spéciale, et présentent souvent l'évolution des deux maladies issues de cette débilité, à savoir : la scrofule pendant l'enfance, et la tuberculose plus tard.

Or, je vous le demande, Messieurs, partant de ce principe, est-il une maladie susceptible d'entraîner dans l'organisme une débilité plus grande que celle que produisait la fièvre intermittente endémique dans les Landes avant leur assainissement, et les quelques fièvres invétérées que l'on observe encore, mais bien plus rarement de nos jours, ne déterminent-elles pas la même débilitation ?

N'est-il pas constant, dès lors, que des auteurs atteints de l'anémie que produit la fièvre intermittente pouvaient et peuvent encore engendrer des enfants qui apportent, en naissant, la débilité constitutionnelle spéciale qui prédispose à l'évolution des tubercules ?

Serait-il étonnant, par conséquent, et ne serait-il pas au contraire très logique d'admettre que bien des cas de phthisie pouvaient, avant

l'assainissement, et peuvent encore de nos jours être solidaires de la fièvre intermittente ou de la pellagre, qui engendre quelquefois aussi la phthisie? J'ajouterai, contrairement à la loi formulée par M. Boudin sur l'antagonisme entre la fièvre intermittente et la phthisie, que, si la phthisie est et a été de tout temps assez rare dans nos contrées, ce n'est nullement à cet antagonisme qu'il faut l'attribuer. Cette rareté trouve son explication toute naturelle dans les conditions climatériques de notre contrée et peut-être aussi dans les émanations balsamiques des forêts de pin. Personne n'ignore, en effet, le rôle important que jouent aujourd'hui les préparations balsamiques du pin maritime dans le traitement de la phthisie pulmonaire.

Après l'exposé fidèle que je viens de vous faire de la constitution médicale régnant dans les Landes il y a seize ans, permettez-moi, Messieurs, de vous en indiquer sommairement les causes.

Dans les lieux où les marais existent et où les fièvres intermittentes règnent d'une façon endémique, comme cela se passait dans les Landes avant leur assainissement, la cause miasmatique a une telle puissance que toutes les autres y sont pour ainsi dire subordonnées. Ce n'est ni pour avoir eu chaud, ni pour avoir eu froid, ni pour avoir suivi un mauvais régime, ni pour avoir fait des excès, ni pour s'être livré à un travail forcé, que le malade a contracté la fièvre : c'est pour avoir été exposé au contact des miasmes que les eaux stagnantes exhalent.

Les miasmes des marais sont d'autant plus actifs que les marais eux-mêmes sont plus étendus, plus anciens, moins profonds, et que la chaleur est plus forte. On ne sait pas au juste jusqu'à quelle distance ils portent leur influence, mais ce qu'on sait, c'est que les vents peuvent les disperser fort loin.

Si à ces conditions qu'on retrouvait autrefois au plus haut degré dans les Landes, où les marais étaient étendus, anciens et peu profonds, comme le sont des flaques d'eau stagnante, où le soleil ardent du Midi facilitait l'éclosion des miasmes, et où les vents d'ouest dus au voisinage du littoral en opéraient au loin la dispersion : si à ces conditions, dis-je, on ajoute l'usage des eaux croupissantes et de mauvaise qualité que buvaient leurs habitants, la privation presque habituelle de vin, le séjour dans des maisons insalubres, mal aérées, et dans un compartiment desquelles les bestiaux cohabitaient avec les gens, la mauvaise habitude d'élever des fumiers devant la porte principale des habitations, l'ingestion quotidienne d'une alimentation salée et de mauvaise qualité, l'usage journalier du pain de seigle ou d'un pain particulier nommé dans le pays *méture* et fait avec du maïs souvent altéré, on ne saurait disconvenir que nos populations

vivaient, avant l'assainissement et la mise en valeur des Landes, dans un milieu de conditions hygiéniques des plus défectueuses, et dont la connaissance donne sans peine la clé de l'existence à l'état endémique chez elles d'affections qui entraînaient non seulement le crétinisme et le rabougrissement de la race landaise, mais encore une diminution considérable dans le chiffre de la population. Si ces conditions eussent persisté, cette diminution aurait même pu avoir pour conséquence, à la longue, le dépeuplement de la contrée.

Je le prouverai plus loin par des chiffres puisés à des sources officielles.

L'étude préliminaire à laquelle je viens de me livrer, Messieurs, pour vous montrer ce qu'étaient nos Landes avant leur assainissement, étude que je regrette de n'avoir pu abréger davantage pour ne point abuser de vos instants, quels qu'aient été les efforts que j'ai faits pour restreindre mon cadre, était nécessaire pour pouvoir vous faire apprécier par la comparaison quels sont les bienfaits qui sont résultés, pour nos populations, de l'assainissement et de la mise en valeur de ces terrains arides.

Et d'abord laissez-moi vous faire remarquer, Messieurs, en abordant cette seconde partie de mon sujet, que c'est incontestablement l'établissement d'une voie ferrée qui a ouvert l'ère de régénération des Landes, non seulement au point de vue physique, mais encore au point de vue intellectuel et moral.

Comme la question de la rénovation morale et intellectuelle sortirait du plan que je me suis tracé, et que je n'ai qu'à m'occuper ici de l'amélioration des conditions physiques, c'est cette question seule que je continuerai à traiter, tout en reconnaissant que cette amélioration n'a pu qu'exercer une influence des plus salutaires sur le moral et l'intelligence de ceux qui, dans les classes infimes, n'avaient été considérés jusque-là, en France, que comme les parias de la civilisation.

Ceux qui comme vous, Messieurs, connaissent les relations intimes du physique et du moral, n'auront point de peine à comprendre dans quelles limites a pu s'exercer cette influence.

Reprenant donc mon sujet après cette courte digression, je dis qu'il est hors de doute pour moi que l'établissement d'une voie ferrée dans les Landes a ouvert l'ère de leur régénération et que la première conséquence des progrès de la vicinalité, de l'agriculture et de la sylviculture auxquels elle a donné lieu, a été la diffusion du bien-être, une des premières conditions vitales.

En effet, en très peu de temps une vie nouvelle a circulé dans les Landes, des industries inconnues jusqu'alors se sont créées; des scieries

mécaniques se sont élevées, et des machines à vapeur ont pénétré dans la contrée pour l'exploitation des forêts de pin, devenue possible par la création de routes qui donnaient la faculté de pouvoir transporter les arbres convertis en planches et en traverses; des fabriques de produits résineux se sont établies dans des contrées où il n'y en avait encore jamais eu, et l'industrie de la fabrication du charbon, prenant un nouvel essor pour alimenter des établissements métallurgiques nouveaux, un nombre considérable d'ouvriers a trouvé, dans ces industries diverses, des moyens d'existence inespérés et inconnus jusque-là.

D'un autre côté, le revenu de la propriété augmentant, grâce à un meilleur mode d'exploitation, à la mise en valeur de terrains auparavant incultes, et à la facilité de l'écoulement des produits du sol au moyen de voies de communication nouvelles, le prix de la main-d'œuvre a été sensiblement augmenté partout.

A l'aide de ressources dont ils n'avaient encore jamais disposé, les habitants des Landes ont pu se procurer tout ce qui, jusqu'alors, leur avait fait défaut, tant dans leur manière d'être et de vivre, que dans le confort de leurs vêtements et de leurs logements.

Les besoins augmentant avec l'aisance, des industries d'une autre nature se sont fait jour de tous côtés dans les Landes; des boulangeries, des boucheries, des hôtels ont surgi comme par enchantement dans ces contrées deshéritées. Tous les genres de commerce et d'industrie s'y sont donné rendez-vous, et ils y sont aussi bien représentés aujourd'hui que dans n'importe quelle contrée de la France.

En même temps que ces populations des Landes allaient retremper les sources de la vie dans l'augmentation d'un bien-être, relativement considérable pour elles, d'autres transformations, celles-là moins sensibles immédiatement, mais non moins utiles pour elles, au point de vue hygiénique, s'opéraient à leur insu.

Des canaux profondément et intelligemment creusés faisaient disparaître les flaques d'eau stagnante et assainissaient les contrées qu'ils traversaient, en y supprimant les exhalaisons miasmatiques qui engendraient les empoisonnements paludéens. Tels, pour n'en point citer d'autres, les courants de Lit, de Saint-Julien, de Contis, allant directement dégorger dans la mer les eaux stagnantes des Landes, et dont le contingent d'assainissement est encore augmenté par des canaux qui sont leurs tributaires, et que l'industrie privée a ouverts pour l'établissement de diverses usines.

Des plantations régulièrement faites, et qui, comme vous le savez, Messieurs, sont, par le fait de la respiration végétale, un des plus

puissants moyens d'assainissement, recouvraient en quelques années le sol landais.

Enfin les habitants des Landes trouvaient une condition hygiénique nouvelle et qui jusque-là leur avait fait défaut, dans la création de nombreux puits dans lesquels ils pouvaient aller chercher, au lieu de l'eau de mauvaise qualité qu'ils buvaient auparavant, une eau qui, sans présenter chimiquement tous les caractères de l'eau potable, est incontestablement d'une qualité bien supérieure et n'est pas au moins malsaine.

Maintenant, Messieurs, que vous connaissez le passé et le présent des Landes, au point de vue hygiénique, il ne me reste pour terminer mon travail qu'à vous exposer les preuves qui viennent à l'appui de ma thèse.

Ces preuves, que je tire de la nature même des faits, sont pour ainsi dire mathématiques, et elles n'admettent aucune discussion. Mon premier ordre de preuves est tiré de la consommation infiniment moindre du sulfate de quinine, qui est comme vous le savez le spécifique le plus en honneur de la fièvre intermittente.

Et le second, de la diminution de la mortalité et de l'augmentation des naissances dans les Landes.

La consommation bien moindre du sulfate de quinine est en effet constatée par tous les pharmaciens, et on peut dire à juste titre que l'écoulement plus ou moins grand des produits pharmaceutiques est l'un des meilleurs critériums de la santé publique.

A l'appui de ce que j'avance, je vous citerai notamment, pour mieux préciser quelles sont les proportions dans lesquelles cette consommation a diminué, telle pharmacie, l'une des plus achalandées de Dax, dans laquelle s'approvisionnent une grande partie des médecins de notre contrée, qui, tandis qu'elle vendait 600 flacons de sulfate de quinine de 32 grammes par an, en vend à peine 150 à 200 aujourd'hui, sans que pour cela la consommation locale ait été puisée au loin.

Quanf à mon second ordre de preuves, c'est-à-dire à la diminution de la mortalité et à l'augmentation des naissances, ce critérium le plus certain et le plus irréfutable de la santé publique et pour ce qui a trait à mon sujet, de l'amélioration des conditions hygiéniques dans les Landes, il me suffira, je l'espère, Messieurs, pour vous en faire apprécier toute la portée, de vous donner la statistique exacte des décès et des naissances, constatés par les registres de l'état civil, pendant la période de 1856 à 1867 inclusivement, c'est-à-dire pendant l'espace de 12 ans, dans les 50 communes où la loi du 19 juin 1857 sur l'amélioration et la mise en valeur des Landes a reçu son application.

et qui sont les communes d'Azur, Bégaar, Bias, Biscarrosse, Boos, Castets, Escource, Garrosse, Gastes, Gourbera, Heugas, Herm, Hinx, Josse, Labenne, Laluque, Léon, Lesperon, Lesgor, Liposthey, Lit-et-Mixe, Lüe-Magescq, Mées, Mézos, Mimizan, Narrosse, Ondres, Onesse, Orist, Parentis-en-Born, Pontonx, Rion, Rivière, Sanguinet, Seignosse, Saint-Geours-de-Maremne, Saint-Jean-de Marsacq, Saint-Michel-Escalus, Saint-Paul-en-Born, Saint-Vincent-de-Tyrosse, Saint-Vincent-de-Paul, Soorts, Seyresse, Taller, Thétieu, Tercis, Tosse, Vielle-Saint-Girons et Ychoux.

Dans la première période triennale de 1856 à 1858, le nombre des décès dans ces cinquante communes a été de 3,647, et celui des naissances de 4,369.

Dans la seconde période triennale de 1859 à 1861, le nombre des décès, diminuant, n'a plus été que de 3,550 et celui des naissances, augmentant, s'est élevé à 4,653.

Dans la troisième période triennale de 1862 à 1864, le nombre des décès, diminuant toujours, est descendu au chiffre de 2,839, et celui des naissances, suivant toujours une proportion ascendante, s'est élevé à 4,784.

Dans la quatrième période enfin de 1865 à 1867, il n'y a plus eu que 2,714 décès et le nombre des naissances s'est chiffré par 5,044.

Les chiffres que présente ce tableau parlent, je crois, assez éloquemment en faveur de ma thèse et sont incontestablement, Messieurs, la meilleure preuve que je puisse vous donner de l'amélioration des conditions hygiéniques et partant de l'élévation du niveau de la santé publique dans le département des Landes, qui est aujourd'hui une contrée aussi saine que les contrées les plus saines de la France.

On pourrait encore cependant trouver d'autres preuves de l'amélioration des conditions hygiéniques de notre pays, dans la différence considérable qui existe entre le nombre des jeunes gens réformés depuis quelques années par les Conseils de révision et ce qu'il était autrefois. On a remarqué notamment qu'indépendamment de ce que le développement des facultés physiques était bien plus grand, la taille de nos jeunes gens s'était sensiblement élevée, et le nombre des hernies était infiniment moindre.

La fréquence de ces hernies s'expliquait par la compression et le refoulement qu'exerçait sur les intestins la rate engorgée et hypertrophiée par le fait des fièvres intermittentes.

Ceux-ci se trouvaient ainsi mécaniquement poussés vers les anneaux cruraux et inguinaux, et de là tout naturellement des hernies ou tout ou moins une tendance à en avoir.

Enfin, ne pourrait-on pas argüer encore, en faveur de l'amélioration

des conditions physiques dans les Landes, de la manière dont nos jeunes Landais ont fait leur preuve pendant la désastreuse campagne de 1870 ?

Nos mobiles, ces soldats inexpérimentés et si peu aguerris comme tous ceux de la même arme, ces enfants sortant de leur famille et se livrant à des marches et des contre-marches continuelles pour suivre les mouvements de l'ennemi au milieu des intempéries d'un hiver des plus rigoureux, parcourant nuit et jour à travers la pluie, la neige et la glace, les départements de l'Eure, du Calvados et de la Seine-Inférieure, où ils ont été si remarqués, et ne laissant cependant qu'un faible contingent des leurs dans les hôpitaux, ne sont-ils pas en effet une preuve bien évidente de l'amélioration constitutionnelle de la race landaisé ?

Avant de terminer ce Mémoire, dont le but ne vous a certainement point échappé, laissez-moi, Messieurs, sans sortir du terrain de l'hygiène, appeler votre attention d'une façon toute particulière sur les services signalés que notre contrée, et la ville de Dax en particu lier, sont appelés à rendre à la classe si nombreuse et si intéressante des malades.

En effet, si, indépendamment de l'efficacité merveilleuse des bains et des boues thermales de Dax contre les affections rhumatismales chroniques, on tient compte de la douceur de notre climat dans toutes les saisons de l'année, de l'équilibre à peu près constant de température dont nous jouissons, et des émanations balsamiques des forêts de pin maritime environnantes, dont se trouve en quelque sorte imprégné l'air que nous respirons, notre vieille cité tarbellienne me paraît appelée à devoir être sous peu de temps une station hivernale, dont l'importance, au point de vue hygiénique, ne le cèdera en rien à celles que les médecins recommandent aujourd'hui aux personnes dont les organes pulmonaires sont malades, ou ont de la tendance à le devenir.

Maintenant, Messieurs, que je crois avoir épuisé mon sujet, permettez-moi de vous témoigner nos sentiments de gratitude pour la visite dont vous avez daigné honorer nos contrées, et de formuler l'espoir qu'elle portera ses fruits.

La régénération physique de la population landaise est, comme je viens de vous le démontrer, un fait accompli aujourd'hui.

C'est à vous, Messieurs les représentants éminents de la science, dont vous êtes la personnification la plus complète et la plus vraie, qu'il appartient de seconder énergiquement le mouvement qui doit amener en France la régénération intellectuelle, dont les populations de nos contrées, encore si arriérées, ont le droit de revendiquer une

large part, afin qu'on puisse dire d'elles, en toute vérité : *Mens sana in corpore sano.*

Sous l'inspiration d'une idée qu'on ne saurait trop louer, et pour la réalisation de laquelle on ne saurait s'imposer trop de sacrifices, vous avez fondé une Société pour l'avancement de la science.

N'oubliez pas, Messieurs, et permettez-moi de vous dire, ce que vous avez déjà pensé avant moi, que tant que l'instruction primaire, ce premier aliment de l'esprit humain, ne sera point en France plus répandue qu'elle ne l'est, la science sera peut-être privée du concours qu'auraient pu lui apporter des intelligences, qui ne demandaient, pour éclore et se développer, qu'à être arrachées aux ténèbres de l'ignorance et réchauffées aux rayons vivifiants du progrès intellectuel.

14e ET 15e SECTIONS.

Géographie, Économie politique et Statistique.

Président honoraire : M. LEVASSEUR, membre de l'Institut.
Président : M. l'abbé DURAND, membre de la Société de géographie.
Secrétaire : M. A. DEMARSY, membre de la Commission centrale de la Société de géographie.
Vice-Secrétaire : M. DE COSTEPLANE DE CAMARÈS.

M. Georges RENAUD.

Lauréat de l'Institut.

De l'Organisation de la statistique en France et des améliorations qu'il y aurait lieu d'y apporter.

(Extrait.)

(Séance du 6 Septembre 1872.)

M. Renaud établit quelle devrait être l'organisation du service de statistique, et soumet à l'approbation de la Section un ensemble de propositions dont les principales sont les suivantes : Institution d'une Commission centrale de statistique, composée d'hommes spéciaux, en dehors de toute hiérarchie officielle. — Centralisation de ce service au ministère

de l'intérieur. — Choix des chefs de service présentant des garanties d'impartialité et de compétence. — Emploi dans les publications de statistique des courbes et tracés graphiques qui permettent d'interpréter immédiatement les données de cette science. — Création de cours de statistique. — Publication fréquente, annuelle et même quelquefois mensuelle, des chiffres de la statistique. L'auteur signale aussi l'inconvénient, trop souvent reconnu sous le gouvernement impérial, de la statistique indirecte, c'est-à-dire établie *à priori,* de façon à amener telles ou telles conséquences.

Après une discussion à laquelle prennent part MM. Durand, Demarsy, Foncin et Richard, la Section adopte les conclusions formulées par la Section et propose de les soumettre à l'approbation du Comité central.

M. A. GRANDIDIER.

Description de l'île de Ceylan.

(Séance du 6 Septembre 1872.)

§ Ier.

Description physique, climat (1).

L'île de Ceylan est comprise entre 5° 55' 15" et 9° 50' 10" de latitude Nord, 79° 51' 58" et 81° 47' 20" de longitude Est. Bornée au Nord et à l'Est par la baie du Bengale, au Sud et au Sud-Ouest par l'océan Indien, elle n'est séparée de l'Hindoustan que par le golfe de Manaar et le détroit de Palk. Sa plus grande longueur, de Palmyra point à Dondera head, est de 111 lieues, et sa plus grande largeur, de Colombo à Sangimankande, de 55 lieues 1/2. Sa superficie mesure 62,000 kilomètres carrés.

L'île se divise naturellement en trois parties, les plaines du Nord, la région montagneuse du centre, et les provinces maritimes ou terres basses du Sud. Tandis qu'au Nord on trouve une immense plaine d'aspect aride, s'étendant sur une base de madrépores, et rappellant la côte sablonneuse de Coromandel par sa végétation rachitique, la région centrale s'élève en une masse imposante, dont la hauteur moyenne est d'environ 400 mètres au-dessus du niveau de la mer; entourée au Nord et à l'Ouest par des montagnes mesurant de 800 à 1,000 mètres, elle envoie dans le Sud et dans l'Est des ramifications

(1) Cette notice a été écrite à Ceylan en 1863, lors de mon séjour dans cette belle île, et les renseignements qui y sont consignés, et dont une partie est due aux travaux de E. Tennent, remontent tous à cette époque déjà un peu éloignée.

qui se prolongent jusque vers la baie du Bengale, et dont l'altitude varie de 3,000 à 6,000 pieds.

De ces chaînes principales et secondaires s'élèvent quelques hautes montagnes à forme conique, telles que le pic d'Adam (2,245 mètres), le pic de Pedouroutallagalla (2,532 mètres), et celui de Kirrigalpotah (2,390 mètres). Cette région montagneuse, qui couvre une superficie d'environ 12,000 kilomètres carrés, est embellie par des forêts impénétrables, et coupée de ravines aux pentes abruptes, où tombent de belles cascades. Les secousses violentes qui ont déchiré cette partie de l'île ont creusé partout de profonds précipices; le sol n'y est fertile que quand on peut amener l'eau des sources sur les terrains défrichés.

La région basse, qui sépare ce groupe central de montagnes de la mer à l'Ouest et au Sud, mesure 76 kilomètres de long sur une largeur un peu moindre; elle est elle-même entrecoupée de petites chaînes de collines basses et verdoyantes, et se divise en deux zones : l'une, qui a une hauteur moyenne de 70 mètres, et s'étend, tout du long de la mer, à une distance variable, suivant les localités, entre 15 et 45 kilomètres; l'autre, qui forme la base sur laquelle s'élève la masse centrale des montagnes et dont l'altitude est comprise entre 70 et et 170 mètres. Cette partie du pays est fertile.

Ces trois régions se distinguent les unes des autres par leur formation géologique, leur végétation et leur aspect général. Elles ont du reste été, jusqu'à la conquête anglaise, des divisions politiques aussi bien que des divisions géographiques. Aujourd'hui, l'île se divise administrativement en six districts : le district Nord, le district Sud, le district Est, le district Ouest, le district Nord-Ouest et le district Central.

Le distribution des eaux est très inégale à Ceylan. Tandis que la région centrale et les terres basses profitent des nombreuses sources et des torrents qui descendent des montagnes, les plaines du Nord ne sont sillonnées que par quelques rares rivières, qui seraient bien insuffisantes pour l'agriculture, si la main de l'homme n'y eût créé d'immenses étangs. Aucune de ces rivières n'offre de ressources pour la navigation; le Mahavelli-ganga, qui a sa source à 32 kilomètres de Kandy, et qui se jette dans la mer, au Sud de Trincomalie, après un parcours de 320 kilomètres, et le Kalany-ganga, qui prend naissance au pied du pic Adam, et qui a son embouchure près de Colombo, sont seuls navigables à une petite distance des côtes. On peut aussi se rendre en bateau de Ratnapoura à Caltoura. La plupart de ces rivières et de ces torrents forment à leur embouchure des lagunes.

Les côtes du Nord et de l'Ouest sont basses et plates; à l'Est et au Sûd, elles sont escarpées, rocheuses, souvent bordées d'écueils et défendues par des récifs. La rade de Trincomalie a tous les avantages d'un bon port; celle de Galle, moins favorisée, est ouverte aux moussons du Sud-Ouest, et les navires n'y sont pas toujours en parfaite sûreté. Les rades de la côte Ouest sont pleines de bas-fonds, de bancs de sable mouvants, et la plus importante d'entre elles, celle de Colombo, n'est praticable pour les navires d'un certain tonnage que de novembre à avril.

Au Nord et au Nord-Ouest, les côtes de Ceylan présentent une foule de petites îles, promontoires, péninsules, dont les principales sont celles de Jaffnapatam et de Calpenteen. Une série de bancs et d'îles madréporiques, partant de la pointe Nord de l'île, traverse le golfe de Manaar et réunit Ceylan à la péninsule indienne : c'est le pont d'Adam; ce nom a été donné par les Musulmans, qui placent à Ceylan le paradis terrestre. Ces bancs de madrépores empêchent la libre communication de la côte occidentale avec l'Inde : les dhoneys ou bateaux du pays peuvent seuls, à cause de leur faible tonnage, passer le détroit de Palk. Le gouvernement anglais fait travailler depuis longtemps à l'élargissement du chenal principal.

La géographie de Ceylan était mal connue dans l'antiquité. Ptolémée place Anourogrammum (l'Anouradhapoura des Singhalais) dans une position assez exacte, mais il se trompe beaucoup sur la dimension de l'île et sur sa situation relativement à l'Inde. Les documents que possédaient sur elle les anciens étaient recueillis de la bouche de marins qui n'avaient jamais fait de voyage autour de l'île, et qui se contentaient de répéter les fables répandues sur Ceylan par les Hindous et les Singhalais.

Le climat, surtout dans les provinces du Sud et du centre, est plus sain et plus agréable que celui de l'Inde. Dans la région méridionale, les moussons du Sud-Ouest amènent des pluies en avril et en mai; il en tombe aussi en novembre et en décembre, lorsque les vents soufflent du Nord-Est. Durant les mois les plus chauds et les plus secs de l'année, de janvier à avril, la brise du large rafraîchit l'air dans l'après-midi et tempère la chaleur.

A l'Est et au Nord, le climat a beaucoup de rapports avec celui de la côte de Coromandel; la chaleur y est suffocante, et l'air sec. Les moussons du Sud-Ouest, arrêtées par la masse des montagnes, n'y déversent pas ces torrents de pluies qui, tout en fertilisant les provinces maritimes, les font jouir d'un climat plus tempéré. Ce n'est qu'en novembre et en décembre qu'il tombe quelques averses; aussi la végétation y est-elle rachitique et languissante.

La région des montagnes n'éprouve pas les effets réguliers des moussons; il y pleut toute l'année, et le climat y est agréable et sain. Sur le plateau de Nioura-Ellia, qui est élevé de 1,941 mètres, la fraîcheur et la pureté de l'air attirent les malades des terres basses qui ne peuvent aller chercher la santé en Europe.

La température, à Colombo, ne dépasse jamais 31° (en avril), et ne s'abaisse jamais au-dessous de 18° (en décembre); huit années d'observations ont donné pour moyenne annuelle 26° 72. A Kandy, dont l'altitude est de 520 mètres, la moyenne a été, pour le même espace de temps, de 24° 45 (soit une diminution de 2° 27 pour une différence de niveau de 520 mètres, ou d'un degré par 228 mètres). A Nioura-Ellia, la moyenne annuelle de la température, à midi, est de 16° 5, mais, durant la nuit, le thermomètre descend quelquefois à — 1° (on a donc, à cette hauteur, une différence d'un degré par 208 mètres). A Batticaloa, en 1849, la moyenne a été de 28°, le maximum de moyenne mensuelle étant, en mai, de 31° 8, et le minimum, en décembre, de 24° 2.

Les pluies sont d'autant plus abondantes que l'altitude est plus grande; les variations, à Colombo, sont ordinairement comprises entre 1^m95 et 2^m35 (1) (dans le seul mois d'avril on a quelquefois 0^m78), et, à Kandy, entre 2^m23 et 2^m60. Dans la région montagneuse, il pleut presque tous les mois de l'année; le maximum a lieu en octobre (plus de 0^m52); souvent il pleut de deux jours l'un. Dans les parties encore plus élevées, le pluviomètre enregistre quelquefois, paraît-il, jusqu'à 3^m64 par an.

Dans les provinces du Nord, on trouve une notable différence; à Jaffna, la chute annuelle n'est plus que de 1^m10, à Trincomalie de 1^m17 et à Batticaloa de 1^m45 (les mois de novembre et décembre sont les plus pluvieux).

L'air, sur les côtes du Sud et du Sud-Ouest, est remarquablement chargé d'humidité; le point de saturation étant 1,000, on a, à Colombo. en mai 0,955 et en janvier 0,596; la moyenne annuelle est de 0,828. A Kandy, il est encore plus saturé de vapeur d'eau, le maximum étant de 0,976 (en décembre), le minimum (en février) de 0,745, et la moyenne annuelle de 0,937.

En certains mois, en décembre surtout, il y a de fortes rosées et il tombe quelquefois de la grêle dans la région des montagnes au moment du renversement des moussons. L'air de ces contrées qui est si surchargé de vapeur d'eau est un excellent conducteur pour l'électricité; aussi entend-on souvent gronder le tonnerre du matin

(1) On excepte, dans ces moyennes, les années très sèches.

au soir. A Colombo on a compté, en 1861, 66 jours où le tonnerre s'est fait entendre (16 jours dans le seul mois de mars), et à Kandy 81 jours (18 dans le mois de mars).

Il pèse une certaine incertitude sur ces résultats météorologiques; non seulement les observateurs n'ont pas toujours choisi des stations convenables pour leurs recherches, mais ils ne se sont pas tous procuré des instruments dignes de confiance. Les efforts qui ont eu pour but ces études ne sont pas toutefois sans utilité.

Le climat de Ceylan, à cause de l'humidité excessive et continuelle de l'air, est fatal aux personnes atteintes de maladies chroniques. Les fièvres paludéennes sont fréquentes, surtout dans les provinces du Nord, où de vastes étangs, cause jadis de la fertilité du pays, exhalent aujourd'hui des brouillards fétides et des miasmes délétères. Dans ces contrées, le sang s'appauvrit, la constitution se débilite, et il se déclare souvent des désordres inflammatoires. Les affections des poumons et du système nerveux sont rares. L'éléphantiasis et les maladies cutanées, engendrées par la malpropreté et une nourriture malsaine, y sont fréquentes comme dans tous les pays indiens. Les Européens atteints de maladies graves trouvent un air sain et agréable à Pousolawa et à Nioura-Ellia.

Quittons les phénomènes météorologiques pour nous occuper des productions du pays et disons d'abord quelques mots de sa géologie. La masse centrale de montagnes a une direction générale du Sud-Ouest au Nord-Est; elle se compose de roches métamorphiques (gneiss, micaschiste avec leurs roches subordonnées, telles que dolomie, quartzite, etc.), qui reposent sur des terrains plutoniens; elle a été le noyau autour duquel sont venus subséquemment se grouper les formations plus récentes. Les terres basses des provinces maritimes du Sud-Ouest doivent leur existence à l'amas des détritus de roches diverses, quartzeuses, feldspathiques, micacées, qui se sont entassés au bas des pentes des montagnes ou qui y ont été amenés par les torrents et par les rivières. Ces débris n'étant point soumis à l'influence d'un courant rapide comme celui qui contourne la côte orientale, ont pu se déposer et former des plaines sablonneuses qui sont très favorables à la culture des cocotiers et des canneliers.

Les provinces du Nord se sont successivement développées en avant des montagnes par suite de l'accumulation d'une immense quantité de petits polypiers, qui par leurs sécrétions calcaires forment fréquemment dans les mers indiennes les récifs connus sous le nom de bancs de corail, ainsi que par des dépôts de sables et de graviers que les courants de la baie du Bengale enlèvent dans leur cours rapide à la côte de Coromandel, et qu'ils déposent lorsque, déviés de leur direc-

tion par la position de l'île de Ceylan, ils sont obligés de contourner la côte orientale. Les bancs et les îles du port d'Adam doivent leur origine aux mêmes causes, ainsi que les dépôts arénacés plus ou moins consolidés par un ciment argilo-ferrugineux qu'on trouve sur la côte Ouest. Au milieu de cette vaste plaine qui forme la partie Nord de l'île, se trouvent isolées quelques rares collines, telles que celles de Mihintela et Sigiri qui appartiennent au même système que le groupe central et qui étaient probablement à l'origine dès rocs isolés au milieu de la mer. Ils se sont ensuite trouvés enclavés dans les terrains d'alluvions marines.

Dans tout le Nord de l'île, on se sert de madrépores pour la construction des maisons et même pour l'entretien des routes; on en tire une chaux excellente et fort blanche qui est très adhérente et d'une grande finesse. Les seuls fossiles (mollusques et madrépores) que l'on trouve à Ceylan se rencontrent dans ces dépôts tout modernes et appartiennent aux espèces qui vivent de nos jours dans les mers tropicales; beaucoup de ces coquilles ont encore leur éclat nacré.

La côte orientale est rocheuse; les courants rapides, variables suivant les saisons, à l'action desquels elle est exposée, ne permettent point aux alluvions ou aux éboulis de s'y déposer et de former une zone plate.

Ainsi le temps a éloigné les montagnes de la mer, et des terrains immenses qu'elle couvrait jadis, sont aujourd'hui chargés de villages et de moissons. Tous ces remarquables changements géologiques, l'effondrement de montagnes et la formation des terres basses, la jonction de Ceylan au continent indien par des bancs et des îles madréporiques, l'agrandissement continu des provinces du Nord, doivent leur naissance les premiers à des causes chimiques, à la désagrégation par les agents atmosphériques des éléments divers des roches primitives, les seconds à des causes purement mécaniques, à la direction des vents, aux courants qui entraînant les sables de la côte de Coromandel se trouvent tout à coup arrêtés dans leur direction et, obligés de se diriger vers le Sud-Ouest, déposent ces matières tenues en suspension dans les eaux plus calmes, situées au Nord de Ceylan. Ce mouvement continue encore de nos jours; les îles du détroit de Manaar, tous les bas-fonds qui les entourent et vont s'accroissant, attestent que Ceylan fera un jour partie du continent indien.

Parmi les minéraux intéressants que renferment les montagnes de Ceylan, on ne doit pas omettre de citer les saphirs, corindons (rubis), grenats, zircons (hyacinthes), tourmalines, béryls, feldspath adularia, et les diverses variétés de quartz recherchées par leurs effets de lumière

(*vulgo* œil de chat). C'est surtout dans le district de Saffragam près de Ratnapoura *(ville des rubis)*, à Ballangodda, que se trouvent les principales mines de pierres précieuses; dans le lit de plusieurs rivières, à une profondeur de 4 à 5 mètres, existent des dépôts argileux mêlés de sable et de cailloux roulés où se trouvent des saphirs et des rubis qu'on extrait par des lavages successifs; il arrive quelquefois que, comme dans certaines exploitations diamantifères du Brésil, on trouve, sous des blocs de gneiss de large dimension, des amas de gemmes qui ont subi un lavage naturel. Les Singhalais donnent à ces terrains d'alluvions anciennes dans lesquels ils recherchent les pierres précieuses, le nom de *Nellan*. Ces exploitations sont faites sur une petite échelle, par conséquent à grands frais relativement, et sont peu rémunératrices; si on organisait le travail comme dans les mines de diamants du Brésil, on arriverait certainement à de meilleurs résultats: il faudrait substituer au simple lavage qui n'entraîne que les matières terreuses et au triage mécanique à la main le procédé des diverses pesanteurs spécifiques.

Ce n'est pas, du reste, seulement dans le lit des rivières qu'on trouve les pierres précieuses à Ceylan; on a découvert des rubis dans des strates de gneiss à Piagalla, près de Colombo, mais il est très douteux qu'il fût avantageux d'y creuser des mines. On dit aussi avoir rencontré, à Badoulla et à Ballangtotté, des rubis et des corindons dans de la dolomie. Le saphir, la plus commune des gemmes de Ceylan, n'a point encore été trouvée dans sa gangue. On compte dans l'île 79 mines de pierres précieuses, mais il est difficile d'avoir des notions exactes sur leur rendement; on ne peut cependant, à ce qu'il paraît, l'estimer à plus de 300,000 francs par an. La plupart des pierres que les Maures de Galle et de Colombo viennent offrir aux voyageurs et aux passagers des steamers sont fausses, et beaucoup, telles que les opales, les turquoises, les émeraudes, les diamants, qui ne se trouvent point dans l'île, sont importées de l'Inde ou de Perse. Les rois singhalais se réservaient jadis l'extraction des pierres précieuses; les Anglais ont aboli ce monopole comme bien d'autres.

Une autre production minérale importante est le graphite ou plombagine dont il existe plus de 40 mines et qu'on trouve associée à l'anthracite; les principales exploitations sont situées près de Nambepam. Les quantités exportées annuellement sont très variables; de 4 millions de kilogrammes, dont la valeur moyenne est 600,000 fr., elles tombent quelquefois à 2 millions. Ce minéral est précieux à cause des divers usages auxquels l'emploie l'industrie.

Le minerai de fer se présente le plus ordinairement, à Ceylan, sous forme de peroxyde ou de carbonate, et est fort riche en métal; on le

rencontre presque à la surface du sol; mais, malgré le nombre considérable des mines qu'on pourrait exploiter dans certains districts, on n'en compte que 42 auxquelles les Singhalais travaillent. Il existe des dépôts arénacés stannifères, près d'Edelgashena, où, à l'étain, se trouvent mêlés des grenats, des zircons, des topazes orientales; mais les grandes difficultés qu'on aurait pour arriver à détourner le cours de la rivière, en empêchent l'exploitation.

Dans tous les terrains de transport, on trouve du fer oxydulé, du nickel, du cobalt, du wolfram, du rutile, du molybdène; l'or ne se rencontre qu'en quantités insignifiantes dans les sables de quelques petites rivières. Le manganèse y est abondant.

Il paraît que dans le quinzième siècle on a exporté de divers points de Ceylan du kaolin, qu'on employait en Chine à la fabrication de la porcelaine. On prétend aussi que les Hollandais ont autrefois exploité des veines de mercure, mais on n'en connaît point l'emplacement. Il semble toutefois vraisemblable, d'après l'examen géologique des montagnes, que l'on pourrait y découvrir un grand nombre de filons métallifères, dont l'exploitation serait un grand bienfait pour un pays où la colonisation se développe avec tant de rapidité.

Parmi les roches éruptives qui traversent et recouvrent en certaines parties les terrains métamorphiques de Ceylan, on remarque des granits, des syénites, des basaltes (près de Galle et de Trincomalie), des pegmatites, des diorites, des amphibolites contenant de beaux grenats, de la wacke ferrugineuse *(cabouke)*. Ce cabouke, qui, à cause de son peu de dureté, est employé par les Singhalais dans leurs constructions, donne par la désagrégation de ses éléments une terre argileuse, de couleur rougeâtre, qui retient les eaux pluviales et est très fertile.

Il existe à Ceylan plusieurs sources thermales, qui ne contiennent aucun sel ni aucun principe étranger, et dans lesquelles vivent diverses espèces de poissons. Les principales sont celles de Badoulla, de Kitoul près de Bintenne, de Kaimiaï, à 7 milles 1/2 O. N. O. de Trincomalie, et de Patipal aar, près de Batticaloa.

§ II.

Faune et Flore.

La nature a versé ses trésors avec profusion sur l'île de Ceylan. La faune et la flore y sont des plus variées. Les plus belles plantes, les plus curieux animaux, les oiseaux parés des plus riches couleurs, les poissons aux mœurs bizarres, tout appelle sur ce pays l'étude des naturalistes.

La flore de Ceylan, une des plus intéressantes que l'on puisse trouver, ne comprend pas moins de 5,000 espèces de plantes. On peut, suivant les divisions naturelles et géologiques que nous avons posées plus haut, partager l'île en trois zones botaniques distinctes. Dans les solitudes désolées du Nord, que n'arrosent jamais des pluies fertilisantes et où tout paraîtrait mort sans quelques plantes et arbustes rachitiques, c'est la même physionomie végétale que sur la côte de Coromandel; les plantes qui y attirent le plus l'attention sont des palmiers nains du genre *phœnix,* des euphorbes arborescentes; des acacias platiformis, remarquables par la disposition horizontale de leurs branches, et une foule d'arbustes que couvrent des plantes grimpantes, Bignoniacées, Ipomæas et autres. La végétation de cette zone est languissante et semble avortée, le sol madréporique, qui ne retient pas l'eau des rares pluies qui arrosent cette partie de l'île, étant toujours sec et brûlant.

La région des montagnes est toute couverte de belles forêts; les arbres y acquièrent une grande hauteur. On y retrouve la flore des Ghauts occidentales sur la côte de Malabar; les conditions de climat et de température sont à peu près les mêmes, et le palmier kitoul *(Caryota urens),* les fougères en arbre, le *Bombax Malabarici* aux fleurs cramoisies, qui produit le coton-soie, le tamarin, les rhododendrums en arbre couverts d'orchidées, le têk *(Tecoma grandis),* le jaquier *(Artocarpus integrifolia),* l'ébénier *(Diospyros ebenaster)*, le bois-satin, etc., se trouvent partout sur les pentes des montagnes comme dans les ravines qui les séparent. Quelques arbres hérissés de dangereuses épines attirent l'attention, entre autres le *Caryota horrida,* dont les rois Kandiens se servaient comme fortifications naturelles pour défendre l'accès des sentiers montagneux qui conduisaient à leur capitale. Une particularité remarquable de ces forêts consiste dans des clairières, plus ou moins étendues, qui se couvrent d'herbe citronelle *(Andropogon citratum)*; on les rencontre çà et là, dénuées de tout arbre ou arbuste, comme si le sol était dans ces parties impropre à toute végétation arborescente. Ces éclaircies portent le nom de *paténas.* Il ne faut point les confondre avec celles qu'on appelle *toulawas,* prairies qui ont l'aspect des paténas, mais qui en diffèrent par la nature du sol et par la végétation.

La flore du Sud et de l'Est a, au contraire, une ressemblance plus immédiate avec la flore malaye. La végétation est fort riche sur la côte méridionale; l'arbre le plus remarquable est sans contredit le palmier talipot, dont la hauteur dépasse quelquefois cent pieds et dont les feuilles mesurent souvent plus de quinze pieds de diamètre; la floraison n'a lieu, dit-on, qu'une fois, et l'arbre ne tarde pas à

mourir après. La côte orientale, au contraire, a l'aspect sec et aride de la région de Coromandel; elle est, en effet, exposée en plein aux moussons brûlantes du Nord-Est, qui soufflent durant six mois, et elle ne participe point aux bienfaits des pluies qu'amènent chaque année les moussons du Sud-Ouest, auxquelles les côtes Sud et Ouest de Ceylan, ainsi que la côte de Malabar, doivent leur verdure et leur fertilité.

Nous ne pouvons omettre de citer, parmi les curiosités botaniques, une plante rampante du genre *Calamus,* rotin d'environ 25 millimètres de diamètre dans toute sa longueur, qui atteint quelquefois plus de 60 mètres et se termine par un petit bouquet de feuilles, les *Erythrina* aux belles fleurs rouges, les *Messua ferrea* qui ornent les enceintes de tous les temples boudhistes et dont les fleurs blanches et odoriférantes sont déposées chaque jour sur les autels du Boudha, les Mouroutou *(Lagerstræmia flos-reginis)* dont on remarque les belles fleurs lilas sur les routes de Ceylan, les *Strychnos nux-vomica* dont l'amande produit le terrible poison, la strychnine, mais dont la pulpe se mange dans le Concan et en Afrique, les palmiers arecs dont les noix, mélangées avec les feuilles du poivre bétel et un peu de chaux, sont mâchées par tous les Indiens, le Calamander qui est plus recherché que le bois de rose et qui est fort rare aujourd'hui, l'indigotier, qui est commun partout à l'état sauvage, etc. Sur tous les étangs, s'étalent les larges feuilles du lotus *(Nelumbium speciosum),* dont les fleurs blanches ou roses ornent la surface des eaux.

Parmi les arbres qui ont été importés, on remarque, sur la côte, le cocotier, le latanier *(Borassus flabelliformis)* et l'arbre à pain; dans les montagnes, le figuier sacré *(Urostigma religiosum)* qu'adorent les boudhistes, les multipliants *(ficus indica)* dont les racines adventives, s'enfonçant en terre, font un arbre à troncs multiples : on dirait une série de colonnes supportant une voûte de verdure. Au Nord, on trouve le baobab africain *(Adansonia digitata),* dont on ne connaît point la date d'introduction.

La zoologie de Ceylan offre beaucoup d'intérêt. Les forêts abondent en troupes de singes; on en connaît cinq espèces, quatre appartenant au genre *Semnopithèque* et le cinquième au genre *Macaque*. Parmi les semnopithèques, nommés Ouanderous en singhalais, celui qui habite les parties basses du Sud et de l'Est a toute l'apparence d'un petit vieillard à la barbe blanche; il est d'un naturel doux. Ceux qui fréquentent les montagnes ressemblent à de petits ours. Au Nord et à l'Est, on trouve une espèce plus grande, au pelage moins foncé et grisâtre. L'ordre des Lémuridés a pour représentant les Loris, quadrumanes à habitudes nocturnes, à mouvements très lents; leur

corps maigre et leurs yeux d'une grosseur disproportionnée leur donnent l'aspect le plus extraordinaire. Ces pauvres animaux sont souvent soumis par les Singhalais à un bien cruel martyre : leurs yeux entrent dans la composition des philtres; on raconte qu'on place la tête du lori tout près du feu jusqu'à ce que les yeux calcinés puissent être mêlés au breuvage destiné à inspirer de l'amour.

On cite seize espèces de cheiroptères ou chauves-souris; quelques-unes d'entre elles (*Rhinolophus rubidus*, *hipposideros aureus,* etc.), ont les plus brillantes livrées. La roussette, dont l'envergure mesure souvent quatre pieds et qui se nourrit de feuilles et de fruits, a une chair aussi délicate et moins sèche que celle du lièvre; il est curieux de voir, le jour, les troupes nombreuses de ces mammifères aîlés accrochés aux branches d'un arbre, la tête en bas, comme autant de fruits rougeâtres. Une petite espèce, toute noire, de la grosseur d'un frelon, entre souvent, le soir, dans les maisons et vient se poser sur les habitants.

L'ours de Ceylan *(Prochilus labiatus)* a une hideuse apparence; sa lèvre inférieure pendante, le poil grossier dont il est couvert et qui forme une grosse touffe entre ses épaules, lui donnent une apparence fort déplaisante. Lent à fuir, dès qu'il est surpris par un chasseur, il se met en état d'attaque, et il n'est pas rare qu'il occasionne des accidents; aussi ces animaux ne laissent-ils pas que d'être fort redoutés:

La panthère est assez commune, mais peu dangereuse. On trouve à Ceylan la civette qui fournit l'odeur si recherchée par les dames, la mangouste dont l'inimitié pour la race des ophidiens est proverbiale et qui livre des combats acharnés aux serpents les plus dangereux, les écureuils volants dont une espèce surtout se fait remarquer par l'agilité de ses sauts et par la beauté de sa fourrure, le porc-épic dont la chair ressemble à celle d'un jeune cochon, le pangolin que recouvre une épaisse carapace écailleuse, le rat paliniste *(Sciurus palmarum)*, le rat des plantations *(mus hirsutus)* dont la chair, très estimée des Tamouls, se mange frite à l'huile ou en carry, le pandikoku ou rat-cochon *(mus bandicata)*, qui pèse souvent trois livres et plus et qui, se nourrissant de végétaux, a une chair délicate.

Les buffles sauvages sont communs dans les jongles du Nord et de l'Est; ce sont les plus redoutables habitants des forêts et des plaines marécageuses de Ceylan. Ils restent ordinairement couchés durant tout le jour dans des marais d'où on ne voit sortir que leurs têtes aux regards farouches; quelquefois cependant après s'être roulés dans la boue, pour se protéger contre les piqûres des insectes, ils passent la journée dans les parties les plus fraîches des forêts. Ce

sont peut-être les seuls animaux sur lesquels la crainte a peu de prise, et que la présence de l'homme ne semble pas beaucoup intimider. Malheur à qui se trouve sur le passage d'un troupeau de buffles; s'il ne peut chercher promptement un refuge sur les branches de quelque arbre élevé, il est foulé aux pieds et traité avec férocité.

Les éléphants dont les troupeaux errent en nombre encore assez considérable dans les forêts vierges de l'île et qui n'en sortent que pour ravager les rizières à l'époque des moissons, sont bien moins dangereux que les buffles, et il n'est pas rare d'échapper à la colère d'un de ces colosses, même quand on l'a blessé, et qu'on s'est trouvé par malheur enveloppé dans les replis de sa trompe. L'éléphant, étranger à tout conflit avec les autres animaux, et certain de trouver sa nourriture en abondance dans les forêts tropicales, est naturellement d'un caractère doux; il devient cependant quelquefois dangereux au moment du rut. Il n'est pas rare qu'à cette époque, dans un même troupeau, des éléphants se livrent des combats; leur trompe et leur masse sont leurs principales armes. Leur vue semble très circonscrite, mais l'ouïe et l'odorat sont deux sens très développés chez ces animaux. Ils ont divers cris, celui qu'ils tirent de leur trompe, cri de fureur avec lequel ils chargent leur ennemi, et celui qu'ils tirent du gosier, cri de peine et d'angoisse. Durant le jour, ils restent dans les fourrés, et ils prennent leurs bains la nuit. Ils ne redoutent point les gelées des hautes montagnes, et recherchent au contraire la fraîcheur. Leur taille à Ceylan est de 8 à 9 pieds. L'éléphant ne galope pas, mais il trotte et peut atteindre une vitesse de 3 à 4 lieues environ par heure. Sa marche est très sûre, et il descend les pentes les plus escarpées en se laissant glisser sur le ventre, ce que leur permet le mode d'articulation particulier de leurs jambes de derrière.

Les troupeaux, qui se composent d'ordinaire de 10 à 15 individus, semblent être une seule et même famille. Lorsqu'un éléphant a été séparé par accident de son troupeau, qu'il a été chassé de sa famille, ou qu'après avoir été domestiqué, il s'est échappé de chez son maître, il devient, comme disent les Singhalais, *Hora-ellia,* sauvage et solitaire; aucun troupeau ne veut plus le recevoir, et la solitude, l'absence de femelles, aigrissant son caractère, le rendent quelquefois dangereux. Ces animaux donnent souvent des preuves de leur intelligence et de leur sagacité; ainsi, avant de s'aventurer dans une plaine découverte où de se baigner dans un étang, l'un d'entre eux va reconnaître le terrain, et c'est seulement alors que le troupeau sort de la forêt, laissant toutefois une sentinelle pour donner l'alarme en cas de péril. Ils sont relativement timides, ce qui peut être en

partie attribué au manque de netteté de leur vision; une faible haie, un enfant suffisent pour les empêcher de toucher aux récoltes. Ce sont cependant, malgré tout, les rois des forêts de Ceylan; sans l'homme qui les pourchasse, ils y mèneraient une vie calme et heureuse. La durée moyenne de la vie d'un éléphant varie, dit-on, de quatre-vingts à cent ans.

Des cerfs *(Rusa Aristotelis)*, d'une hauteur qui dépasse souvent 4 pieds, et de nombreux troupeaux de daims mouchetés *(Axis maculata, Stylocerus muntjac)* errent dans les montagnes et dans les plaines; on y rencontre aussi fréquemment un chevrotain de petite taille, l'un des plus jolis petits animaux que l'on puisse voir, haut seulement de 20 à 25 centimètres, et n'ayant pas 0^m60 de long; c'est le *Moschus memimna*, que beaucoup d'Anglais aiment à élever dans l'enceinte de eurs jardins. Les sangliers sont communs. Ceylan ne renferme ni ions, ni tigres, ni rhinocéros, ni antilopes, ni gazelles, ni hyènes. Le long des côtes on capture assez souvent des dugongs et des baleines.

Sur 320 espèces d'oiseaux qu'on dit exister à Ceylan, il y en a 38 qui lui sont propres. Les oiseaux de proie sont représentés par plusieurs espèces d'aigle, les uns vivant sur la crête des montagnes *(Spizaëtus limnaetus)*, d'autres préférant les jongles des terres basses où ils se nourrissent de serpents et de reptiles *(Spilornis cheela)*. Il y en a qui ne quittent pas les côtes de la mer et se repaissent des poissons et des mollusques abandonnés par les flots à chaque marée *(Pontoaëtus leucogaster)*; l'*Haliastur indus*, l'aigle pêcheur consacré à Shiva, a le goût bizarre de rechercher les poissons corrompus. Entre les divers faucons qui habitent l'île, nous ne citerons que le Gochal *(Astur trivirgatus)* : c'est lui qu'on entraîne pour la chasse; les indigènes lui passent un fil de soie dans les paupières pour lui obscurcir la vue, au lieu de le coiffer du chaperon traditionnel.

L'air est sillonné en tous sens par des hirondelles, entre lesquelles on distingue la salangane qui construit dans les grottes de la côte Ouest ces nids si renommés que les gourmets Chinois paient au poids de l'or; l'exportation en est de peu d'importance à Ceylan, et ne saurait se comparer à celle de Java.

On admire au bord des torrents le martin-pêcheur aux brillantes couleurs bleues; dans les jardins, de petits Cynniris *(Nectarinia zeylonica)*, étincelant des reflets des pierres précieuses, voltigent de fleur en fleur pour en dérober les sucs parfumés : l'éclat de leur couleur leur a fait donner le nom d'oiseaux du soleil. On remarque aussi pour l'élégance de ses formes et la couleur argentée de ses plumes l'oiseau de paradis, dont la queue est ornée de deux longues plumes blanches *(Tchitrea Paradisi)*. Les Konda Kourola *(Picnonotus penicillatus)* méri-

tent une mention particulière pour le courage obstiné avec lequel les mâles se livrent des combats; les Singhalais ont de tout temps entraîné ces petits oiseaux pour jouir du spectacle de leurs luttes acharnées. Quelquefois on aperçoit dans les forêts, suspendu aux branches des arbres, et se balançant au vent, une sorte de gourde renflée à sa base et effilée au sommet; on croirait voir un fruit recouvert d'une écorce mousseuse : c'est le nid du *Ploceus Bengalensis,* surnommé le Tisserand, à cause de la perfection avec laquelle il tisse son nid et le suspend dans les airs pour protéger ses œufs contre les rats et autres ennemis. L'oiseau surnommé le tailleur *(Orthotomus longicauda)* est aussi d'une prodigieuse habileté pour faire son nid avec des feuilles qu'il coud ensemble au moyen de fils de coton.

Les corbeaux des villes *(corvus splendens),* que l'on pourrait sans calomnie qualifier de voleurs, sont doués d'une audace extrême, et exercent leur rapacité avec la plus grande intelligence. Qui ne les a souvent vus à Ceylan ravir la nourriture apportée par les serviteurs sur la table de leurs maîtres? Qui ne les a vus arracher des mains mêmes des enfants le goûter que ceux-ci s'apprêtaient à savourer? Souvent deux de ces corbeaux citadins s'entendent pour dérober la pitance des chiens; l'un tourne autour du quadrupède occupé à ronger un os et feint une attaque pour détourner son attention, l'autre, qui veille attentivement les mouvements du chien, profite de sa distraction et lui vole sa nourriture. Le corbeau des champs *(Corvus culminatus)* accompagne les troupeaux de buffles et d'autre bétail à cornes qu'il débarrasse de la vermine.

Il n'y a pas de voyageur qui ait passé à Galle qui n'ait admiré les petites perruches si jolies et si gracieuses que les indigènes vendent pour quelque menue monnaie; mais comment ne pas mentionner le *Palæornis torquatus,* dont l'un des ancêtres a eu l'honneur d'être le premier perroquet introduit en Europe et d'accompagner Alexandre au retour de son expédition dans l'Inde (1).

Dans les forêts, on trouve beaucoup d'espèces différentes de pigeons et de tourterelles, quelques-uns au riche plumage. Nous citerons encore le pic à livrée orange *(Brachypterius aurantius),* l'*Hydrocissa monoceros,* toucan oriental qui possède un bec surmonté d'un casque plus grand que le reste de son corps, et qui se nourrit de reptiles et mange impunément le fruit si vénéneux du strychnos.

De nombreux paons embellissent les forêts de Ceylan. On les voit le matin au bord des clairières, surtout dans les forêts du Nord et de l'Est de l'île, étaler avec orgueil, aux rayons du soleil naissant, leur

(1) Le *Palæornis Alexandri* a été dédié, par erreur, au grand capitaine. Il existe aussi à Ceylan.

incomparable plumage qui brille des couleurs les plus vives. Il est difficile de les approcher, et le chasseur, pour se procurer ce royal gibier, doit avoir recours aux battues, à moins qu'imitant les indigènes il n'emploie la ruse et que, saisissant la queue d'un buffle apprivoisé dont ces oiseaux n'ont aucune crainte, il ne parvienne à s'avancer à portée sans être aperçu.

On rencontre aussi un grand nombre de coqs et de poules sauvages *(Gallus Lafayettii)*, à la démarche fière, aux proportions élégantes. Ils sont d'une espèce plus petite que ceux de nos basses-cours d'Europe, mais leur plumage est plus éclatant. On n'a pu encore les domestiquer, et c'est grand dommage, car lorsque le matin ils quittent le bois humide de rosée et se promènent, la tête haute, dans les clairières découvertes ou souvent même sur la route, on ne peut voir de plus gracieux oiseaux. Les poules sauvages ont l'apparence de grosses perdrix hautes sur pattes. Les jongles de Ceylan abondent aussi en perdrix, cailles, bécassines; les montagnes ne renferment point de faisans.

La quantité innombrable d'oiseaux aquatiques qui couvrent la surface des lagunes et des baies de la côte Est étonne le voyageur; lorsqu'ils s'envolent, le ciel est comme couvert de nuages. Au bord des rivières, on trouve beaucoup de pélicans *(Pelecanus philippensis)*, et une foule d'espèces de canards, de sarcelles, etc. Dans les rizières et les marais, les ibis et les hérons sont communs *(Tantalus leucocephalus, Ibis falcinellus, Ardea cinerea, Ardea purpurea)*; il y a aussi des aigrettes, des spatules *(Platalea leucorodia)* auxquels leur bec élargi en forme de cuiller donne un aspect tout particulier, et des flamans roses que les indigènes comparent aux soldats anglais revêtus de leurs uniformes rouges.

Les reptiles sont nombreux à Ceylan. Les principaux chéloniens sont la tortue des côtes *(Chelonia virgata)*, dont la chair est assez estimée, et le caret *(Chelonia imbricata)*, dont la carapace fournit l'écaille du commerce; c'est surtout aux environs d'Hambangtotte, lorsque les tortues viennent déposer leurs œufs sur le rivage, qu'on les prend. Les habitants de l'île ont la croyance que l'écaille n'a de valeur qu'autant qu'on l'enlève à la tortue vivante; aussi suspendent-ils la malheureuse bête au-dessus du feu jusqu'à ce que les écailles se détachent d'elles-mêmes, puis ils relâchent l'animal, qui retourne à la mer pour revenir l'année suivante s'exposer de nouveau au même supplice. Les tortues ont réellement bien peu d'intelligence. Dans les îles de la Polynésie, on tue l'animal, et on obtient l'écaille en plongeant la carapace dans l'eau bouillante; le produit est plus beau. Nous pouvons encore citer la tortue de terre *(Testudo elegans)*, et la tortue des étangs *(Emys ceylonensis)*.

Parmi les sauriens, on remarque principalement le Toulla Goya *(Varanus bengalensis)*, grand varan de 4 à 5 pieds de long, dont la chair se mange en carry, et le Kobra Goya *(Varanus salvator)*, plus grand encore et à peau tachetée de jaune, qui joue un rôle important dans la préparation d'un poison redoutable, connu sous le nom de *croba-tel*. Ce cobra-tel est préparé avec le venin des trois serpents les plus venimeux de l'île; on l'extrait au moyen d'incisions faites à la tête, puis on le mêle à de l'arsenic et autres drogues; le tout doit être bouilli dans un crâne humain, après le sacrifice préalable d'un coq aux Yakkos (esprits); on attache, la tête tournée vers le feu, trois de ces Kobra Goya, qu'on torture pour les faire souffler et activer le feu, puis on recueille leur salive pour la mêler au poison.

Le *Calotes versicolor* est un lézard des plus remarquables par ses changements brusques de couleur; tantôt il est d'un brun sombre avec la tête noire, et d'autres fois sa tête est d'un rouge sang et son corps tout jaune.

On trouve encore à Ceylan le *Calotes viridis* au corps d'un beau vert, le caméléon qui du reste est fort rare, le cératophore de Stodart dont le museau est prolongé en une corne écailleuse, les geckos ou lézards nocturnes aux formes disgracieuses et à l'aspect repoussant; on les tolère néanmoins dans toutes les habitations, et on peut, à juste titre, les surnommer les amis de l'homme à cause de leur douceur et des services qu'ils rendent en purgeant les maisons des moustiques et autres insectes nuisibles.

Nous ne pouvons quitter cette classe d'animaux sans parler des crocodiles, dont on connaît deux espèces à Ceylan, le *C. palustris* des marais, et le *C. biporcatus* des lagunes et rivières; ils n'atteignent jamais une grande longueur, de 3 à 5 mètres au plus, et ils sont peu dangereux, quoique nombreux. Mais le chasseur voit souvent les pièces qu'il vient d'abattre sur un étang disparaître et devenir leur proie, avant qu'il ait pu s'emparer de son gibier. On raconte à Ceylan, comme un fait véridique, l'histoire d'un officier anglais en voyage, qui, dormant sous une tente, sentit tout à coup son lit fortement secoué comme par un tremblement de terre; quelle ne fut pas sa surprise de voir, à son réveil, sortir de dessous la natte la tête, puis le corps entier d'un beau crocodile! Durant les inondations, cet animal s'était rendu jusqu'au milieu de la jongle, et avait passé la saison chaude dans un sommeil léthargique; il venait de se réveiller pour regagner sa demeure humide. On voit que le sol n'est pas toujours sûr à Ceylan.

Les ophidiens ne sont pas plus nombreux à Ceylan que dans les autres contrées tropicales, malgré toutes les histoires dont on se

plaît à effrayer les griffins ou nouveaux venus. Les serpents dangereux sont le serpent à lunettes ou *Cobra cappelle,* le seul mortel le tic-polonga *(Daboia elegans)* et le Caravelle *(Trigonocephalus hypnalis)*. On sait que les jongleurs de l'Inde ont toujours dans leurs sacs quelques serpents à lunettes avec lesquels ils amusent leurs spectateurs. Ils n'enlèvent pas les crochets venimeux à ces reptiles, comme on pourrait le croire, mais ils fondent leur témérité sur la timidité et la lenteur bien connues de ces animaux, surtout lorsque, bien repus, ils sont à demi paralysés par la digestion; et ils les habituent à subir leurs attouchements et leurs simagrées. Un indigène des environs de Colombo en a, dit-on, domestiqué plusieurs qui vivent librement dans son jardin et dont il se sert, comme épouvantail, pour tenir les voleurs à l'écart.

Les boudhistes, à qui leur religion défend d'ôter la vie à aucun être animé, se contentent, lorsqu'ils trouvent un serpent venimeux, de l'enfermer dans un panier et de le laisser flotter sur une rivière.

La statistique accuse à peine, par année, une douzaine de morts occasionnées par des morsures de serpents; encore les accidents n'arrivent-ils guère que la nuit aux femmes ou aux enfants indigènes qui courent pieds nus dans les jongles. C'est une proportion minime, quand on pense à cette nombreuse population qui vit dans les forêts et ne porte jamais rien aux pieds pour se garantir contre ces reptiles.

Les Singhalais se servent, comme antidote contre les morsures des serpents, d'une pierre noirâtre à texture très poreuse qui, appliquée sur la plaie, y adhère fortement et absorbe le sang. D'après plusieurs expériences, il semble que la pierre n'est qu'un os calciné; on la nomme *Pambou-Kalou.* Les charmeurs de serpent se servent aussi, dans le même but, de racines d'Aristoloche, avec lesquelles ils décrivent des cercles autour de la tête du cobra-capelle : ils croient ainsi le rendre incapable de leur nuire; il n'est pas besoin de dire que c'est pure superstition.

Il existe un serpent, le *Coryphodon Blumenbachii,* qui est inoffensif et qui pénètre souvent dans les habitations pour y chercher les rats dont il fait sa nourriture habituelle et pour la destruction desquels il devient un puissant auxiliaire. Les Singhalais aiment à le voir rôder autour de leurs demeures. Wolf raconte qu'un de ces reptiles venait chaque soir partager le dîner de son maître et s'en retournait ensuite se cacher dans le toit de chaume pour y attendre sa proie. Le serpent le plus grand de Ceylan, nullement dangereux du reste, est le Python, qui atteint jusqu'à 5 mètres de long. Les serpents d'eau douce sont assez communs.

On cite, à Ceylan, l'existence d'un animal fort curieux, dont la position dans la série des êtres n'est pas encore bien déterminée : c'est la *Cœcilia glutinosa* ou *Epicrium*, dont les zoologistes recommandent l'étude à tous les voyageurs. Il ne semble pas que cet animal existe dans cette île, et on a souvent confondu avec lui un ver long et assez gros qui se trouve communément dans les caféries et dont la conservation dans l'alcool est fort difficile.

Parmi les batraciens les plus remarquables, nous mentionnerons la *Rana cutipora*, de 8 pouces de long, de couleur olivâtre sur le dos et jaune sous le ventre, la *Rana kandiana*, fort jolie petite grenouille, verte sur le dos et jaune sous le ventre, l'*Hyla leucomystax*, qui se colle à tous les objets et change souvent de couleur.

La classe des poissons offre à Ceylan un sujet d'études très intéressant. Les poissons d'eau douce ont une chair peu délicate; on les prend à l'hameçon ou au moyen de paniers coniques percés aux deux extrémités, dont la base la plus large est posée sur le fond de la rivière; si quelque poisson se trouve pris, ses sauts l'indiquent au pêcheur qui, introduisant la main par l'orifice supérieur, s'en empare. Mais ce qui est particulièrement digne d'attention, c'est que, lorsque des terres desséchées se trouvent tout à coup inondées par des pluies, on les voit peuplées subitement, comme par miracle, d'une grande quantité de poissons à leur grosseur. Voici l'explication de ce phénomène étrange : ces animaux ont la curieuse faculté de rester ensevelis durant les mois de sécheresse dans l'argile qui forme le fond des étangs; à la chute des pluies, ils sortent de leur torpeur et réapparaissent dans les eaux nouvelles. Il s'ensuit que lorsque les Singhalais veulent avoir du poisson pendant la saison sèche, ils n'ont pas besoin d'avoir recours aux engins du pêcheur; ils prennent une bêche, et labourant le fond des étangs desséchés jusqu'à une profondeur de 25 à 50 centimètres, ils prennent souvent dans une seule pelletée de terre plusieurs poissons, qui, réveillés de leur sommeil léthargique, se mettent à sautiller en tous sens. Ce sont généralement des perches dont les fonctions ont été momentanément suspendues par la privation de nourriture et des autres éléments essentiels à la vie. Il en est de même de certains mollusques *(Ampullaria, Melania)* et de certains coléoptères aquatiques qu'on trouve ensevelis avec les poissons.

On rencontre fréquemment dans les provinces Nord et Nord-Est des troupes de petits poissons de 12 à 15 centimètres de long, émigrant d'un marais à demi desséché à un autre plein d'eau; on les voit, la nuit ou le matin, les nageoires pectorales étendues pour maintenir l'équilibre, avancer au moyen des opercules fortement dentelées

qui, tour à tour ouvertes et refermées, donnent à leur corps un mouvement de progression, lent, il est vrai, mais fort curieux. Ces migrations ne sont possibles que pour les poissons *(Anabas scandens)* à qui une organisation particulière permet de conserver, pendant un temps assez long, les branchies humides; ce sont ceux dont le pharynx labyrinthiforme est si remarquable par la division en feuillets de la surface d'une partie des os pharyngiens supérieurs, division qui produit des cavités et de petites loges propres à retenir une certaine quantité d'eau, et assez semblables aux pages d'un livre. Cet appareil, qui est fermé par un operculum, empêche, même après que le poisson est sorti de l'étang, que l'eau s'échappe autrement que par gouttes humectant peu à peu les branchies.

Ce sont ces mêmes poissons que l'on a quelquefois trouvés grimpant sur des arbres à l'aide des dents des couvertures branchiales et de la nageoire caudale, quoique ce ne soit qu'un fait accidentel. Les auteurs grecs avaient connaissance de ces migrations de poissons; Hérodote, Aristote et Théophraste en parlent dans leurs écrits.

Les eaux des sources thermales de Kannea, près de Trincomalie, eau dont la température est d'environ 45°, sont habitées par diverses espèces de poissons, *Apogons, Ambassis, Leuciscus, Nuria, Cobitis.*

Les côtes abondent en mollusques dont les coquilles sont recueillies et envoyées en Europe. Dans le lac de Batticaloa, il existe un mollusque qui, pendant la nuit, dans les eaux profondes, fait entendre un son alternativement aigu et grave, mais sans harmonie; on n'a pu encore déterminer l'espèce à laquelle on doit rapporter l'animal qui produit ces modulations, sinon musicales, du moins fort curieuses.

Mais de tous les mollusques que l'on trouve dans les eaux de Ceylan, aucun ne jouit d'une réputation égale à celle des huîtres à perle du golfe de Manaar (*Meleagrina margaritifera*); cet animal qui produit l'un des plus précieux joyaux dont les dames aiment à se parer, se trouve près de Sellavatorré ou Condatchy. On en rencontre une autre espèce (*Placuna placenta*) dans le lac de Tamblegam, près de Trincomalie, qui donne un produit très inférieur.

L'huître à perle de Ceylan diffère de l'huître comestible; elle est munie d'un byssus, sorte de végétation verte qui sort entre les deux valves de la coquille et au moyen duquel elle s'attache aux rochers. Elle a la faculté d'abandonner ce byssus et de se détacher de son banc pour gagner un lieu plus approprié à son développement et à sa nourriture; elle reforme alors un nouveau byssus. Il semble donc que rien ne s'opposerait à l'acclimatation et au transport de ces huîtres dans d'autres régions maritimes. C'est surtout la nuit qu'elles

se meuvent, et le sens du toucher, qui est très développé chez elles, leur sert de guide. Les huîtres placées dans des conditions favorables ne changent pas de place; mais une eau impure, trop agitée, trop mélangée d'eau douce, leur est nuisible. L'époque du frai varie de mars à septembre. Toute la partie extérieure du manteau de l'animal a le pouvoir de sécréter la nacre qui recouvre l'intérieur des valves de la coquille; si quelque matière étrangère, un grain de sable, une larve d'insecte pénètre entre le manteau et une des valves, elle est bientôt entourée d'une couche de nacre qui l'empêche de blesser l'animal. On a pensé que peut-être les coquilles de foraminifères qui avec de petites algues et d'autres animalcules forment la nourriture de l'huître, traversant quelquefois le manteau de leurs pointes aiguës devenaient le noyau des perles; il est toutefois certain qu'elles se forment principalement dans la masse charnue blanche qui se trouve près de la charnière et d'où part le byssus, et comme la fermeture des deux valves n'est pas hermétique du côté du byssus et que c'est le côté le plus rapproché du sol, il n'y a rien d'extraordinaire dans cette introduction fréquente des corps étrangers très menus qui forment le centre des perles.

Les huîtres à perles du lac de Tamblegam, qui est situé sur la côte Est à 15 milles au sud de Trincomalie, sont dénuées de byssus et pourraient par conséquent être colonisées beaucoup plus facilement que la Meleagrina; elles n'ont, du reste, aucune ressemblance avec celles de Sellavatorré. Elles atteignent leur grosseur à trois ans, tandis que les autres n'ont leur entier développement qu'à sept ou huit ans, et elles mesurent de 15 à 16 centimètres de diamètre; leur coquille est donc beaucoup plus grande et plus aplatie que celles du golfe de Manaar.

Les annélides ont un curieux et déplaisant représentant dans l'*Hæmadisa Ceylanica*, ou sangsue de terre, qui abonde dans la région des collines, partout où le sol est couvert de gazon. Son corps est brun, coupé longitudinalement de deux raies latérales jaunes et d'une bande dorsale verdâtre. Arrondies, fines comme des aiguilles, ayant leur extrémité inférieure élargie de manière à s'en servir comme d'un point d'appui pour s'élever et marcher, ces sangsues sont une vraie plaie pour le voyageur et le sportman; on n'est averti de leur piqûre insensible que par le sang qui s'échappe de la plaie. Quiconque vit dans les jongles qu'elles infestent, doit se précautionner contre leurs attaques.

Un autre annélide de la même famille est dangereux pour le bétail et les chevaux, et, caché dans les mares et les eaux bourbeuses, il s'introduit dans les naseaux ou dans le pharynx de ces animaux, lorsqu'ils

boivent; les buffles, les zébus en deviennent souvent fous furieux et en meurent.

Les forêts ainsi que les plaines de Ceylan sont habitées par des myriades d'insectes; au milieu des routes, partout où se trouve une petite flaque de boue, on voit des quantités considérables de lépidoptères réunis pour pomper l'eau; c'est surtout en mars et avril que ces papillons se montrent en grand nombre, et le passant qui dérange une colonne de ces beaux *Callidryas* blancs se trouve enveloppé comme d'une pluie de neige; ils se croisent en tous sens et entourent l'importun de toutes parts, puis choisissant enfin une direction, ils volent l'un après l'autre, se déroulant comme un long ruban d'argent. Un splendide insecte est le grand papillon bleu azur qui habite les jongles.

On doit citer encore parmi les insectes curieux de Ceylan, la larve d'un lépidoptère du genre *Oiketicus* qui se forme, avec des fragments de branches, une petite case cylindrique, ayant toute l'apparence d'un fagot de bois en miniature. Les Singhalais, qui croient à la métempsycose, regardent ces larves comme des êtres qui, dans une de leurs existences antérieures, ont volé du bois.

Les termites se trouvent dans toutes les parties de l'île: à chaque pas, on voit des monticules hémi-ellipsoïdaux, de plus d'un mètre d'élévation et de 60 centimètres environ de diamètre, où chaque république se loge, monticules de terre dont les grains sont si bien cimentés qu'ils résistent longtemps aux torrents des pluies tropicales. Ces républiques de termites ou fourmis blanches comprennent trois classes : les ouvriers qui ressemblent à de petits vers blancs et sont fort nuisibles par leurs travaux souterrains, détruisant tout objet qui se trouve sur leur passage, les soldats qui dirigent les troupes de travailleurs et sont plus grands, enfin les mâles et les femelles ou reines, dont l'abdomen devient deux cents fois plus gros que celui de leurs sujets et qui pondent les œufs. Les soldats et les ouvriers sont des individus neutres. On dit que chaque couple d'insectes parfaits forme une colonie; les œufs sont portés aux crèches royales par les ouvriers, et les petits y sont nourris jusqu'à ce qu'ils prennent rang parmi les travailleurs.

Chaque année, durant les moissons, il s'abat de tous côtés des nuées de fourmis blanches ailées auxquelles les corbeaux et autres oiseaux, ainsi que leurs ennemis naturels, les fourmis noires, font une guerre acharnée; ce sont vraisemblablement les laboureurs et les soldats qui devenus insectes parfaits se présentent sous cette forme. Le peu de fourmis blanches qui échappent à la destruction donnent naissance à de nouvelles colonies.

Nous ne saurions énumérer ici l'innombrable quantité de coléoptères aux riches couleurs et aux formes bizarres que l'on rencontre à chaque pas. Dans les pays tropicaux, la multiplicité et la variété des êtres vivants frappe partout les regards et provoque l'admiration du voyageur.

§ III.

Population.

On sait que l'importance de la population d'un pays est l'indice certain de sa prospérité et de sa richesse; il suffit de comparer la population actuelle de Ceylan avec celle des temps anciens pour voir combien cette île est déchue de son ancienne splendeur (1).

La tranquillité dont jouit l'île depuis un demi-siècle, l'absence de famines générales, qui étaient si fréquentes autrefois, la promulgation des lois anglaises sûr le mariage et l'infanticide, l'immigration constante des Tamouls, dont quelques-uns s'établissent définitivement dans le pays, favorisent aujourd'hui l'accroissement de la population; mais il faudra encore un long espace de temps pour qu'elle atteigne le chiffre de celle qui couvrait l'île de Ceylan (environ 3,500,000 indigènes) (2), sous les premiers rois de la monarchie singhalaise.

Au commencement de ce siècle, la population était descendue au-dessous d'un million, par suite des guerres civiles, des famines et des maladies épidémiques; à ces causes de destruction venaient

(1) Le dernier recensement fait par le gouvernement anglais (avant 1863) atteste qu'il n'existe dans toute l'île que 1,874,827 habitants, ainsi divisés :

Blancs.....	Hommes.....	2,933
	Femmes.....	2,468
De couleur....	Hommes.....	941,460
	Femmes.....	893,993
Étrangers.....		30,274
Militaires.....		3,699

On a compté, en 1861, 50,663 naissances, 37,718 morts, et 22,391 mariages. Si l'on rapproche de ces chiffres ceux qu'ont fournis les recensements antérieurs, on constate depuis 1830 un accroissement décennal de 200,000 habitants. Disons toutefois que ces statistiques ne méritent pas une entière confiance, mais on ne peut cependant nier qu'il y ait eu dans ces derniers temps une augmentation considérable dans la population indigène.

(2) En parcourant les jongles où le voyageur foule à chaque pas les vestiges de lacs creusés autrefois par la main de l'homme, les ruines de vastes cités et de nombreux villages, en lisant les récits des voyageurs qui ont visité l'île à l'époque de sa prospérité, on est obligé d'admettre, même en faisant la part de l'exagération, qu'au commencement de l'ère chrétienne, il existait au moins, à Ceylan, 200 habitants par mille carré dans les provinces du Nord.

Aujourd'hui le nombre d'habitants par mille carré est : pour la province du Nord de 75, pour la province du Nord-Ouest de 57, et pour la province Orientale de 16.

encore se joindre une grande diminution dans les naissances, triste résultat de la misère, de la polyandrie si répandue alors à Ceylan, des infanticides commis fréquemment sur les enfants du sexe féminin, et d'autres calculs coupables. A ce décroissement a succédé, depuis le dix-neuvième siècle, un mouvement contraire. La répartition de la population est, du reste, très inégale; peu nombreuse dans les provinces du Nord et du Centre, elle est considérable dans les provinces maritimes du Sud et de l'Ouest.

Il est intéressant d'étudier la différence sensible qui existe entre les diverses races habitant l'île de Ceylan. On y compte trois grandes classes, distinctes par leur constitution physique, leurs mœurs, leurs coutumes, leur religion et leur langage : ce sont les Singhalais des provinces maritimes, ceux de la région montagneuse et les Tamouls des provinces du Nord. On doit mentionner aussi les Maures qui sont épars dans toute l'île, et les Veddahs, tribus sauvages qui vivent dans les forêts de l'Est. Les colons hollandais, portugais et anglais, les Burghers ou métis et les coolis tamouls forment le reste de la population.

Les Singhalais des provinces maritimes sont de taille moyenne et leurs membres, bien proportionnés cependant, n'indiquent pas une grande force physique. Ils ont le visage ovale, les traits fins mais féminins, le teint d'un brun cuivré, moins foncé toutefois que chez les Tamils; leurs cheveux, lisses, sont d'un beau noir. Les femmes ont une taille élancée et svelte dont la souplesse est pleine de charmes; leur tête est gracieuse, mais l'expression de leur regard est empreinte de timidité et d'inquiétude, résultat des coutumes de l'Orient.

Les particularités caractéristiques de mœurs s'effacent peu à peu chez ceux des habitants de Ceylan qui fréquentent les Européens; car le contact journalier des étrangers a introduit quelques bons usages et, pourquoi le cacher? beaucoup de vices. Le type national toutefois n'est pas perdu, et on peut encore le reconnaître.

La douceur est le trait caractéristique du caractère singhalais. Chez ces Indiens, à une imagination vive s'allie une grande gravité extérieure, et ils n'ont rien de cette pétulance qui se remarque chez certains peuples d'Europe; mais l'énergie leur manque. Insouciants et paresseux, ils sont généralement pusillanimes et rusés; et on n'a à attendre d'eux ni franchise, ni bienveillance, ni générosité.

Les qualités et les défauts de leur caractère résultent autant de l'influence du sol et du climat qui ont déterminé la nourriture et la constitution physique des habitants que de la topographie de l'île qui leur a longtemps permis de se soustraire à tout contact avec les étrangers. Leur hypocrisie est la conséquence de gouvernements

tyranniques, souvent injustes, qui les ont amenés à considérer ce vice comme une nécessité.

On n'a jamais pu vaincre chez eux la mollesse produite par le climat. Tandis que leur intelligence se développait au contact des Européens, leur bassesse s'accroissait à mesure qu'ils connaissaient mieux leur impuissance, et, au lieu de secouer leur indolence naturelle et de chercher à se créer une industrie, ils ont appliqué cette intelligence à devenir plus rusés.

Leur imagination mobile s'égare facilement sur une foule d'objets divers et les habitue à se soumettre, sans résistance, aux événements; leur manière d'apprécier les choses tient du reste beaucoup moins du raisonnement que de l'imagination et des impressions du moment, et il y a toujours dans leurs idées quelque chose de vague et d'indécis.

Ils n'ont pas d'opinion très arrêtée en matière religieuse, et ils changent de foi avec une facilité incroyable. Cette versatilité, si opposée à la tenacité incroyable des Indous pour les superstitions de leurs pères, est due autant à ce que les théories boudhistes sont incompréhensibles qu'à ce que leur religion est très tolérante.

Le costume léger des Singhalais est adapté au climat de leur pays; mais à sa forme, on peut juger du caractère indolent et des habitudes sédentaires et paresseuses de ce peuple. C'est un simple morceau d'étoffe blanche ou de couleur *(Comboye)* qu'ils roulent autour des reins et qui tombe jusqu'aux chevilles, enfermant les jambes dans un fourreau étroit; une petite veste blanche qui s'ouvre sur la poitrine nue complète l'habillement; les nobles seuls portent une jacquette boutonnée jusqu'au cou. Ils ont toujours la tête découverte; leurs cheveux, qu'ils conservent dans toute leur longueur, sont relevés en arrière et forment un gros chignon que retient un peigne d'écaille, dont la partie supérieure, artistement travaillée, s'élève de deux mains au-dessus de la tête; un autre peigne plus petit, demi-circulaire, maintient les cheveux en arrière du front. Ptolémée, il y a plus de dix-sept siècles, désignait les habitants de Ceylan sous le nom d'hommes aux cheveux de femme. Ils marchent nu-pieds; toutefois, parmi les personnages de distinction, les bas et les chaussures sont aujourd'hui en usage. Les hommes portent des boucles d'oreilles.

La seule différence qu'il y a entre les costumes des deux sexes, consiste en ce que les femmes n'emploient pas, comme les hommes, les deux peignes dont nous venons de parler et qu'elles portent un petit canezou fermé sur le devant, mais assez court pour laisser la ceinture à nu.

Les voyageurs sont souvent exposés à commettre des erreurs

étranges; combien de fois, à l'aspect d'une belle et longue chevelure, ornée de magnifiques peignes d'écaille, l'Européen récemment débarqué a-t-il pressé le pas, dans l'espoir de contempler un joli visage féminin; en se retournant, il voyait, hélas! une paire de moustaches et une barbe noire.

Si les femmes ne dédaignent pas les bijoux d'or et d'argent, elles ne montrent point cependant sous ce rapport autant de vanité que les Indoues.

La nourriture est fort simple, et les repas sont de courte durée : du riz bouilli dans l'eau et du carry (1), rarement des œufs ou du lait, peu de poisson, presque jamais de viande, quelquefois des galettes grossières de farine, des fruits de l'arbre à pain ou du jaquier; voilà de quoi se compose, matin et soir, le repas du riche comme celui du pauvre. Des feuilles de bananier tiennent lieu de plats et d'assiettes; les Singhalais, comme tous les Indous, se servent en mangeant de leurs mains, avec lesquelles ils manient les légumes et le riz, et ils déchirent les viandes avec leurs dents; les sauces qui dégouttent du menton et des doigts des convives, donnent à leur repas un aspect qui inspire à l'Européen un certain dégoût. Ils ne boivent que de l'eau et font peu d'usage de l'arrack (2). La religion boudhiste, qui interdit aux moines l'usage de liqueurs fermentées, est plus tolérante à l'égard des laïques; elle se contente de leur conseiller de s'en abstenir, sans formuler une défense expresse.

L'usage de viande et de poisson est prohibé par la seule raison que le Boudha a ordonné à ses disciples de n'ôter la vie à aucun être animé, quel qu'il fût; mais on a toujours considéré la faute comme retombant sur celui qui tue l'animal et non sur celui qui en mange la chair. L'usage de la viande n'a du reste jamais été général, et le riz a toujours formé la base de l'alimentation.

Dans les pays chauds où l'on mène une vie sédentaire, les estomacs sont paresseux et ne peuvent ni prendre la même nourriture, ni absorber les mêmes quantités que dans les pays du Nord. Les aliments consommés par les Singhalais ne sont pas très riches en matières azotées, et il résulterait de l'accumulation de matières végétales dans leurs estomacs des gaz incommodes, si le stimulant alcalin employé chez tous les peuples de l'Inde n'en prévenait le développement; je veux parler de la noix astringente d'arèque, qu'ils mâchent avec un peu de chaux étendue sur une feuille de poivre bétel, coutume qui remonte au delà du cinquième siècle avant J.-C. Ce mélange teint

(1) C'est un mélange de végétaux, de ghy (beurre clarifié), d'épices, de safran et d'amande de coco râpée, dont parle déjà le Radjavali, deux siècles avant J.-C.

(2) C'est le nom de l'esprit qu'on extrait du vin de palmier.

les lèvres et la langue d'une couleur rouge; malgré l'effet pernicieux qu'il exerce sur les dents, son action est utile aux fonctions digestives.

Ces peuples qui vivent sous les tropiques sont dispensés de solliciter à la sueur de leur front les bienfaits d'une nature prodigue, et ils n'ont pas besoin de chercher un adoucissement à l'amertume de la vie, en s'entourant de ces commodités auxquelles nous devons recourir dans nos climats. Que faut-il à ces êtres nés au milieu de contrées privilégiées? Une cabane de feuilles, quelques fruits, des racines nourrissantes qu'ils recueillent sans effort, une source. Ils tiennent tout de la nature. Chez les peuples de l'Occident, l'intelligence, qui a su vaincre les éléments, s'est développée sous la pression terrible des nécessités de la vie; sous les tropiques, profitant des richesses d'un climat fécond, chacun est libre de cet esclavage dont la nature a imposé le joug si dur aux habitants de l'Europe. Les conséquences sociales de ces faits ne doivent pas échapper à nos réflexions.

La langue singhalaise paraît être aussi ancienne que le sanscrit et le pali; elle peut s'écrire sans aucun mot dérivé de ces deux langues. De ce que la plupart des idées fondamentales y sont exprimées par des monosyllabes, et de ce que nombre de mots ont une racine commune propre à cette langue, on peut tirer la conclusion qu'elle est née dans le pays même de Ceylan. Elle devait même avoir atteint un certain degré de perfection lorsque les colons du Magadha abordèrent dans l'île; car il n'est pas probable que ceux-ci eussent cherché à créer ou à perfectionner une langue dont la base n'était pas le pali qu'ils parlaient, tandis qu'ils étaient obligés de donner tous leurs soins et toute leur attention aux travaux agricoles et à l'affermissement de leur influence. Mihindo, 350 ans avant J.-C., prêchait, en langue singhalaise, les doctrines boudhistes, doctrines métaphysiques des plus abstraites.

Dans la langue élou qui se parle de nos jours à Ceylan, les mots purement singhalais expriment ce qui a rapport aux besoins quotidiens, les mots pali ce qui touche à la religion, les mots sanscrits ce qui se rattache aux sciences; il s'y est glissé quelques mots tamils ou télougous durant la monarchie malabare. De l'étude de cette langue, on peut donc tirer la conclusion qu'avant l'arrivée de Wijayo les Singhalais étaient déjà parvenus à une civilisation avancée.

Bien que les sons soient gutturaux, la langue singhalaise n'est pas dure; elle est riche, élégante même, régulière dans sa construction grammaticale. Dans la conversation, et surtout dans les écrits, les tropes et les métaphores abondent, comme dans tous les pays orientaux.

La langue écrite semble, ainsi que la langue parlée, avoir précédé la conquête de Wijayo, et comme l'écriture phonétique implique toujours l'idée d'une haute civilisation dans le peuple qui en fait usage, on arrive sur l'état de Ceylan avant la période historique à des conclusions identiques à celles que nous avons précédemment posées. Les colons qui ont greffé sur la langue préexistante nombre de mots palis et sanscrits, eussent certainement fait adopter leur alphabet, ou tout au moins une modification de cet alphabet, à un peuple qui eût été privé de tout signe conventionnel pour représenter ses idées. L'alphabet singhalais ne se rapproche de l'alphabet nagari que par l'arrangement des lettres; dans les manuscrits modernes comme dans les plus anciennes inscriptions, on trouve des caractères différents entre eux, mais tous assez semblables à ceux qui sont en usage chez les Tamils.

Ainsi la langue singhalaise qui, par son génie, se rattache au groupe des langues de l'Inde septentrionale, se rapproche par l'écriture des langues du Sud. Il reste donc probable que les Singhalais ont eu, dès une grande antiquité, des rapports fréquents avec les Tamils et qu'ils leur ont emprunté quelques-uns de leurs signes conventionnels, dont l'arrangement a été fait à une époque postérieure d'une manière plus rationnelle et plus méthodique.

Dans l'alphabet singhalais, ainsi que dans tous ceux de l'Inde, les sons usités ont tous leur signe particulier; la prononciation n'est pas indéterminée dans ces pays comme en Europe, où les langues, si parfaites quant à la syntaxe et au sens des mots, présentent des divergences et des incertitudes dans la représentation des sons. Si l'alphabet est difficile à apprendre, les élèves n'ont pas du moins à épeler longtemps sans saisir le sens de leur lecture.

A Ceylan on écrit sur les feuilles du talipot ou du palmyra, palmiers-éventail. On choisit, sur les jeunes arbres, les feuilles qui ne sont pas encore ouvertes, et on les divise en lanières étroites qu'on plonge dans l'eau bouillante, puis qu'on sèche à l'ombre; on obtient ainsi des *olas*. Une courte exposition au soleil et un frottement prolongé sur le bord d'une planche pour polir les deux côtés de la feuille donnent le *puskola;* cette seconde opération ne se fait que pour les manuscrits précieux. Dans l'usage ordinaire de la vie, on se contente de faire subir la première préparation à la feuille qui porte alors le nom de *karakola*. On coupe ces lanières par morceaux réguliers de 12 à 15 centimètres de long sur 3 à 4 de large, et on les enfile les unes après les autres; on obtient ainsi un livre qui ressemble assez à un éventail dont toutes les feuilles seraient détachées. Pour écrire, les Singhalais tiennent l'ola dans le creux de la main et se servent

d'un stylet de fer; ils colorent les traits ainsi gravés, en frottant la surface de l'ola écrite avec du noir de fumée délayé dans de l'huile. On possède encore aujourd'hui d'anciens manuscrits datant de vingt siècles que le vernis a préservés de la destruction.

Quant aux Singhalais des montagnes, ils ont une constitution plus robuste, les membres moins délicats, les traits moins féminins que les Singhalais des provinces maritimes. Leurs épaules sont bien développées, leur poitrine est large, leurs jambes sont courtes mais musculeuses. L'effet du climat sur le développement du corps humain se fait sentir.

Les mœurs de ces montagnards n'ont point été modifiées par les influences étrangères qui ont imprimé un caractère complexe à celles des habitants des côtes; on retrouve chez eux ces usages primitifs qui puisent leur origine dans les nécessités impérieuses de la vie. Ils n'ont point la timidité et la servilité que nous avons constatées chez les peuples des districts maritimes, et ils ont conservé l'énergie et l'indépendance d'esprit qu'a engendrées l'état féodal dans lequel ils ont vécu pendant si longtemps sous la monarchie singhalaise. La configuration du sol leur a permis plus aisément qu'à leurs frères des plaines du Nord de garder leur liberté, que l'agression vînt de leur propre souverain ou d'usurpateurs étrangers. Il est bon néanmoins d'ajouter que chez eux règne encore, quoique à un moindre degré, cette indolence naturelle à un peuple qui n'a à lutter contre aucun obstacle matériel pour se procurer les nécessités de la vie, et que la tyrannie de leurs maîtres, chefs ou rois, a façonné les gens du peuple à l'hypocrisie et les a rendus vindicatifs. Ils sont tolérants, comme tous les boudhistes, envers les religions étrangères, malgré un attachement réel à la foi de leurs pères.

Tandis que les Singhalais qui vivent sur le bord de la mer se sont adonnés au commerce et à l'industrie, ceux qui habitent les montagnes ont toujours montré peu de goût pour ce genre d'occupation, et ils ont continuellement cherché à éviter tout rapport avec l'étranger; aujourd'hui encore, pour se soustraire, autant que possible, au contact des Anglais, ils cachent leurs villages au milieu des forêts, à plusieurs centaines de mètres des sentiers même les moins fréquentés. La présence d'une rizière au milieu des forêts, l'aspect de quelques cîmes de cocotiers dénotent seuls l'existence d'êtres humains au sein de jongles qu'autrement on croirait inhabitées. Dans ces contrées où la nature a réuni tant de richesses, les rapports d'homme à homme seraient assurément utiles au bonheur de tous, mais ils ne sont point indispensables, et les indigènes aiment leur solitude abondante en toutes sortes de biens.

Les Singhalais des montagnes ont pour leurs chefs un respect traditionnel, et ils sont encore profondément attachés à leurs anciens usages; ils aiment leurs enfants et honorent la vieillesse, tandis que les habitants des côtes, qui ont depuis longtemps renoncé aux anciennes distinctions de rang, ont perdu en partie ces affections de famille, preuve de la moralité d'un peuple.

Le climat, la configuration géographique de la province centrale, son ancienne division politique en fiefs expliquent les mœurs de ces montagnards. Leur costume diffère de celui des Singhalais de la plaine, en ce qu'ils ne portent point d'ordinaire de jaquette, qui est exclusivement réservée aux nobles qui s'en parent dans les grandes cérémonies. Ils conservent à leur chevelure toute sa longueur, sans la retenir par un peigne, et vont la tête couverte. Des lois somptuaires et des injonctions religieuses déterminent le vêtement particulier à chaque classe; la plupart de ces lois sont de nos jours encore en usage chez les Kandiens, malgré l'abolition des castes prononcée par le gouvernement anglais.

La longueur du comboye ou jupon-fourreau qu'hommes et femmes portent indistinctement dans les montagnes comme dans la plaine et qui semble la partie vraiment nationale de leur costume, était jadis proportionnelle à la caste et à la position sociale de l'individu. Pour les parias, ce fourreau ne pouvait dépasser le genou. Les nobles seuls avaient le droit de revêtir la veste. Les hommes et les femmes des castes inférieures avaient la poitrine nue. Entre les chefs eux-mêmes il y avait, et il y a encore, une différence dans la longueur du comboye; après l'avoir roulé deux ou trois fois autour des hanches et des jambes, ils forment autour des reins une ceinture plus ou moins volumineuse; la dimension de la ceinture dépend du rang. Les nobles se distinguent aisément du peuple par la coiffure extraordinaire dont ils se couvrent la tête; cette coiffure ressemble à un béret de toile blanche; les classes inférieures s'entourent simplement la tête d'un foulard, laissant nu le sommet de la tête. Le roi seul avait le privilége d'avoir des sandales. Beaucoup de ces usages, comme le droit de porter des chaînes et des ornements d'or ou d'argent, etc., sont encore scrupuleusement observés par les Singhalais des montagnes qui s'opposent de tout leur pouvoir aux empiètements des classes inférieures.

Nous ne reviendrons plus sur le genre de nourriture, qui est le même pour tous les habitants de l'île.

La langue de la région des montagnes est la même que celle des provinces maritimes. Elle s'est cependant conservée plus pure autour de Kandy que dans les autres parties de l'île, où elle s'est corrompue

par suite de l'immigration continuelle des Malabars et des Telougous. La langue singhalaise a une grande variété d'expressions pour exprimer une même idée: chacune a son usage spécial suivant le rang de l'individu à qui l'on s'adresse, noble, moine, homme du peuple. Ces nuances de langage se sont pour ainsi dire effacées dans les provinces maritimes, tandis qu'elles se sont conservées jusqu'à nos jours parmi les Kandiens.

Les Tamouls, qui forment la majeure partie de la population des provinces du Nord, descendent des anciens immigrants qui ont jadis envahi le Pihiti-Ratta et qui se sont établis, sous la dynastie malabare, dans les villes précédemment occupées par la dynastie du Wijayo. Les Tamouls de Ceylan diffèrent peu de leurs frères de l'Inde soit par leur constitution, soit par les mœurs et la religion. Par la forme ovale du visage, la configuration du crâne, l'angle facial, ils se rattachent, ainsi que tous les Indous, à la race caucasienne; par leur couleur, ils semblent grandement s'en éloigner.

Les traits sont beaux et symétriques, au moins dans les hautes classes, mais ils ont toujours un caractère féminin. Le Tamoul est du reste peu robuste: sa stature est inférieure à celle de la plupart des Européens, et ses membres inférieurs paraissent débiles. Les hommes de basse caste sont maigres et frêles; ils suppléent à la force par la légèreté et l'agilité. La couleur de leur peau varie du brun cuivré au brun foncé. Leur chevelure est lisse et d'un beau noir, et la barbe est assez abondante.

Timide et pusillanime, le Tamoul manque de persévérance, de fermeté, d'esprit d'entreprise; doué d'une compréhension vive et facile, il est cependant incapable d'un travail continu; d'une nature faible, il est prudent, fin, astucieux, et ne recule ni devant un mensonge, ni même devant un parjure. Le caractère principal de son intelligence, c'est la subtilité; il n'a ni énergie morale, ni noblesse de sentiments.

Une imagination vive, que n'a jamais réglée une éducation rationnelle, et l'absence de principes de morale les ont conduits aux superstitions les plus grossières d'où est sortie la religion indoue avec tout son cortége de divinités impures. Si la timidité de leur caractère les a préservés d'un fanatisme aussi brutal que celui dont les Musulmans nous ont donné tant d'exemples, leur religion n'en est pas moins chère à leurs cœurs, et leurs croyances, au moins parmi le bas peuple, sont sincères. Le shivisme, auquel appartiennent la plupart des Tamouls, a tant de prix à leurs yeux, qu'ils y sont plus attachés qu'à la vie, et les doctrines les plus absurdes rencontrent en eux une foi vive et ardente. Cette religion plaît à leur imagination par ses rêves

fantastiques et par sa poésie grossière, et les cérémonies sacrées les amusent et flattent leurs passions.

Il serait cependant injuste de ne pas reconnaître aux Tamouls certaines qualités; ils sont industrieux, d'une grande frugalité et d'une docilité parfaite. L'insouciance est le trait dominant du caractère de ces peuples; on les habitue plus facilement à se courber sous la tyrannie la plus dure qu'à faire la moindre tentative pour améliorer leur sort. L'absence de besoins contribue à les rendre imprévoyants, et leur imagination vive et enfantine, trouvant un aliment dans les moindres faits qu'ils poétisent à leur manière, les pousse vers la vie contemplative et indolente. Leur religion, avec ses doctrines de métempsycose, accroît encore cette tendance naturelle de leur esprit; il en résulte cette force d'inertie incroyable, contre laquelle tout vient se briser. Ce qui touche à leur foi, a seul le pouvoir d'ébranler les masses.

Le costume des Tamouls est le *dhoti* ou longue bande d'étoffe roulée autour de la taille, puis passée entre les jambes et attachée derrière le dos. Ce vêtement laisse à nu le haut du corps et les jambes. Les Tamouls aisés ont pour vêtement ordinaire une courte chemise *(angarkha)* et une longue robe blanche *(jamah)*. Leur tête est toujours couverte d'un turban de dimension et de couleur différentes, suivant les castes et les sectes. Peu de Tamouls portent des souliers; les sandales sont d'un usage presque général.

Les femmes portent un *choli,* petite jaquette de drap à manches courtes qui s'arrête au-dessous des seins et comprime fortement la poitrine; et le *sary,* grande pièce d'étoffe qu'elles roulent autour de la taille, passent entre les jambes et rejettent sur l'épaule ou sur la tête; la ceinture est toujours nue. Ce costume fort gracieux rappelle la chlamyde dont les statues de Diane chasseresse sont d'ordinaire revêtues.

Les deux sexes aiment passionnément les bijoux; les femmes d'une condition même infime portent souvent, suspendu au nez, un anneau d'or enrichi de perles; cet anneau est plus ou moins grand, selon leurs moyens. Leurs bras sont entourés de bracelets d'argent, de cuivre ou de verre; les orteils sont ornés de bagues et les jambes de cercles de métal fort pesants; quant à leurs oreilles, elles plient sous le poids des nombreuses boucles d'or dont elles sont surchargées. Les Tamouls convertissent toute leur petite fortune en joyaux; cet usage provient autant de la vanité que de la superstition qui leur fait envisager tout bijou comme doué du pouvoir de détourner les sorts et les maléfices; c'était aussi, sous l'ancienne monarchie, un moyen de soustraire leurs biens à l'avidité des tyrans musulmans à qui leur religion interdit de s'emparer des objets appartenant aux femmes.

Le costume des Tamouls est élégant, et celui des Coolis est beaucoup mieux approprié à leur genre de vie que celui des Singhalais. Chaque caste d'ailleurs, et même chaque subdivision de caste, a son costume particulier, ou, pour parler plus exactement, son mode particulier de porter son costume. Souvent des luttes sanglantes ont eu lieu, sinon à Ceylan, du moins parmi leurs frères du continent indien, qui étaient dues uniquement à ce qu'une caste ne voulait point se conformer aux usages établis de temps immémorial.

Bien que les Singhalais, comme tous les peuples orientaux, attachent plus d'importance aux formes et au cérémonial que les Européens, ils ne poussent pas cette passion aussi loin que les Tamouls. Ils sont, entre eux, d'une politesse raffinée et leurs manières sont pleines d'élégance; la moindre concession sous le rapport des honneurs et du respect auxquels le rang social donne des droits, est considérée comme une marque de faiblesse et un aveu d'infériorité.

Les formules employées dans une conversation avec un indigène varient, suivant la position qu'il occupe. Rien n'est plus facile que d'éveiller leur susceptibilité. Ne parlez jamais à un Oriental de sa femme; ce serait contraire à tous les usages. Si vous l'entretenez des malheurs ou des maladies qui ont pu l'affliger ou des succès qu'il a obtenus, employez tous vos soins à ne pas éveiller ses idées superstitieuses sur les sorts dont il pourrait se croire menacé. Se servir de la main gauche en saluant, en mangeant, en prenant le café, est une grave insulte : la main droite est seule destinée aux usages nobles; la main gauche, la main impure, est réservée aux ablutions. En Europe, nous nous découvrons la tête en signe de respect; ôter son turban est pour les Indous un acte irrespectueux. Mais s'ils gardent leur turban, ils laissent leurs chaussures à la porte des maisons et cet usage est des plus rationnels. Le parquet de leur appartement est couvert d'une toile blanche sur laquelle on s'asseoit, les jambes croisées, accoudé sur des coussins; les souliers n'ont-ils pas été faits pour protéger les pieds contre les aspérités du sol, contre la boue et la poussière des chemins, et ne deviennent-ils point inutiles dans l'intérieur des habitations?

Si l'on fait une visite, il faut, avant de se retirer, attendre qu'on soit congédié. On pense, non sans raison, qu'un visiteur ne saurait être pressé de quitter l'ami qu'il est venu voir; l'hôte, au contraire, peut avoir des occupations urgentes qui réclament sa présence en toute hâte. Les formules de congé varient; ce sont les simples mots : « Venez me voir souvent, » ou bien : « Rappelez-vous que vous serez toujours le bienvenu parmi nous. » L'hôte place en même temps une

guirlande de roses ou de fleurs de jasmin au cou du visiteur, puis il répand sur ses vêtements un peu d'essence de rose et lui offre le bétel. Les Singhalais ne pratiquent pas tous ces usages cérémonieux des Indous.

La nourriture des Tamouls, comme celle des Singhalais, consiste en riz et en carry. Très fidèles observateurs des injonctions religieuses, qui prescrivent l'abstention de toute nourriture animale, sous peine d'être exclus de la société et rejetés du sein de la famille, les Tamouls de caste ne mangent jamais de viande. Ils consomment néanmoins des œufs et du lait, quelques-uns même du poisson, sans encourir cette réprobation qui entraîne toutes les conséquences d'une mort civile. Quant aux Tamouls hors caste, ils sont très adonnés à la boisson de l'arrack, esprit extrait du vin de palmier.

Dans toutes les classes de la société tamoule, les deux sexes font un emploi incessant du bétel. Le tabac, roulé dans une feuille verte, est fumé universellement par les hommes, sous forme de cigarettes.

La langue qu'ils parlent est une des cinq *Dravirs* ou principales langues du Sud de l'Inde. Elle est dure et peu harmonieuse. Elle contient un certain nombre de mots sanscrits, mais elle a une origine toute distincte des langues du Nord de l'Indoustan, qu'on appelle les cinq *Gaurs,* et qui ont pour base le sanscrit, le pali et le pracrit. Elle a son alphabet national particulier qui semble avoir été inventé dans le pays même, mais qui a été amélioré par l'adoption de l'arrangement régulier et philosophique du nagari, le plus parfait de tous.

Nous avons omis jusqu'à présent d'entrer dans des détails au sujet des castes qui sont la marque vraiment caractéristique de la société Indoue, et qui existent dans toute leur rigidité et avec toutes leurs conséquences chez les Tamouls; elles n'exercent pas une influence aussi puissante chez les Singhalais, surtout sur ceux des plaines. Les Védas ou livres sacrés des Brahmanes ont établi, comme on le sait, quatre grandes classes ou castes ayant chacune, d'après les traditions, une origine distincte. De la tête de Brahma, créateur du monde, sont sortis les Brahmanes ou prêtres; de ses bras, les soldats ou défenseurs de l'ordre et des lois; de l'estomac, les marchands; enfin de ses pieds, les agriculteurs et les ouvriers, destinés à nourrir et à servir les trois premières castes. Ce sont les grandes divisions qui ont existé chez beaucoup de peuples, à l'origine de la civilisation ; ceux qui ont établi leur suprématie sur des compagnons encore barbares, et qui ont posé les premiers fondements de l'édifice social, ont considéré l'autorité dont ils s'étaient investis, ce résultat de leurs efforts intelligents et civilisateurs, comme un héritage qu'ils étaient libres et qu'ils avaient même le devoir de léguer à leurs descendants. S'appuyant sur les

croyances et les superstitions des habitants, ils ont imposé un gouvernement hiérarchique et ont accordé à leurs sujets des prérogatives et des priviléges en rapport avec l'utilité immédiate de leurs services. La nécessité d'inspirer aux masses la crainte et le respect et la conscience de leur supériorité intellectuelle a fait naître chez les chefs la pensée d'interdire les mariages et les rapports journaliers entre les différentes castes. Ils n'ignoraient pas qu'il était nécessaire de paraître issus d'une race distincte et supérieure pour atteindre le but qu'ils se proposaient, pour inspirer le respect et obtenir une obéissance passive, et pour réprimer les querelles civiles propres à amener l'anarchie et capables d'arrêter l'essor de la civilisation. Ces distinctions de castes, qui, au début, avaient été engendrées par la force des choses et pour les besoins de l'époque, ne se sont maintenues plus tard que par un reste d'habitude et pour flatter certaines vanités.

Jusque-là, il ne se passait dans l'Inde que des faits analogues à ceux qui ont marqué l'origine de la plupart des peuples. Mais la théorie que nous venons d'exposer, diffère de ce qui existe aujourd'hui dans la vie pratique; car à peine peut-on dire que les classes originaires subsistent encore. Aux castes établies dans un but politique et civilisateur, on a substitué des distinctions tirées du rang, de la richesse, et des occupations qui n'ont plus pour raison d'être qu'une vanité puérile, et qui, amenant des subdivisions à l'infini, ont contribué à les annihiler presque entièrement; car le labeur incessant, auquel des conditions spéciales de climat ont contraint l'Européen, n'est pas une nécessité pour les peuples qui vivent sous les tropiques; la science, qui ne s'acquiert que par l'étude et le travail, est donc rare et peu appréciée en Orient, et elle n'a pu former la base d'une distinction sociale parmi les habitants de ces pays. Pour établir cette distinction, ils se sont rejetés sur des détails de mœurs et de costumes auxquels leur esprit efféminé s'est attaché avec une persistance inouïe.

Il ne reste plus aujourd'hui, parmi les Tamouls de Ceylan, que des représentants de deux des quatre grandes castes, des *Brahmanes* et des *Soudras;* les autres habitants sont des parias ou hors caste. L'expulsion de la famille, chez les Indous, tient à des causes multiples, principalement à la violation des règles prescrites par la religion ou au commerce illicite de femmes de qualité avec des hommes de condition inférieure. Les Brahmanes et les Soudras, ainsi que les parias eux-mêmes, sont divisés en une multitude de sous-castes, dont un membre ne peut ni manger, ni boire, ni se marier avec aucun membre d'une autre sous-caste.

L'esprit de caste remplace dans l'Inde l'esprit de famille, et, si les Tamouls aiment en général leurs femmes et leurs enfants, cette affection est néanmoins subordonnée aux principes que nous venons de développer. Ainsi, un membre vient-il à être dégradé, il est repoussé par ses parents, sa femme est considérée comme veuve, ses enfants comme orphelins; il n'a aucun secours, aucune pitié à attendre de ceux qui l'avaient jusqu'alors entouré des soins les plus empressés.

Les Tamouls de caste font une grande attention à la nature des aliments dont ils se nourrissent; ils mangent quelquefois du gibier, mais ils s'abstiennent toujours de la viande de bœuf et d'animaux domestiques. Ceux qui sont hors caste se nourrissent indistinctement de viande, d'aliments impurs en un mot, de tout ce qui leur tombe sous la main.

Les Européens sont considérés par les Tamouls comme des parias, à cause de l'usage qu'ils font chaque jour, à leurs repas, de la viande de bœuf. Les brahmanes, néanmoins, consentent à leur donner la main; mais, en rentrant chez eux, ils s'empressent de changer tous leurs vêtements et de faire des ablutions, afin de se purifier de la souillure que leur a imprimée ce contact impur. Ils vont même jusqu'à prétendre que le regard d'un paria souille les objets; un brahmane en voyage, quelle que soit sa pauvreté, ne cuira jamais sa nourriture dans un vase de terre qui, après avoir servi, aurait pu être souillé par le regard d'un passant paria; il préfèrera réduire sa ration de riz pour acheter chaque jour un nouveau vase. Il est à cette règle des exceptions bizarres; par exemple, certaines étoffes, telles que les étoffes de soie, certains vases, tels que les vases de cuivre, ont le curieux privilége de ne pouvoir être souillés même par le contact d'un hors-caste. Pour trouver l'explication de ces distinctions subtiles, il faut remarquer que tout objet de peu de valeur qui, à cause de la modicité du prix, est à la portée de chacun, rentre dans la catégorie de ceux qui sont aptes à être souillés, tandis que tout objet de valeur, que peuvent seuls posséder les riches et les puissants, n'est pas sujet aux mêmes inconvénients. On découvre là cet esprit des gens de caste qui ne veulent avoir rien de commun avec les basses classes, et qui quelquefois obligés, par leur situation pécuniaire, de se restreindre au même genre de vie, trouvent encore moyen de tracer entre eux une ligne de démarcation.

Chaque village tamoul se compose toujours de deux parties séparées par une distance de plusieurs mètres; ce sont deux quartiers bien distincts, l'un réservé aux gens de caste, l'autre entouré de haies et destiné aux parias. Il n'est pas permis à ces malheureux

d'entrer dans les rues du village sans l'assentiment des habitants, et il leur est interdit formellement de puiser de l'eau, si ce n'est dans les puits exclusivement affectés à leur usage. Les castes supérieures donnent souvent aux parias des présents ou aumônes qu'ils déposent invariablement sur le sol, dans la crainte de contracter, par le simple contact, cette lèpre morale dont le paria est infecté à leurs yeux. Jamais un homme de caste n'accepte le don que lui offre un paria.

Par l'apparence physique, la propreté, l'intelligence, les gens de caste l'emportent de beaucoup sur les parias; mais ceux-ci sont plus laborieux, plus dociles, plus timides que leurs frères d'une plus haute position sociale.

Ces quelques faits ont été cités au hasard entre mille autres; si l'on voulait énumérer toutes les subdivisions de caste basées sur la conduite, les emplois et les occupations de chacun; si l'on décrivait en détail les vêtements et les ornements qui varient suivant la caste; si l'on racontait les préjugés concernant la nourriture et les rapports quotidiens de la vie, il faudrait écrire plusieurs volumes in-folio. On rencontre partout les mêmes tendances, le désir de briller, et l'ambition de commander sans faire aucun des efforts nécessaires pour s'en rendre digne. Dans les détails les plus frivoles et les plus absurdes, on retrouve les mêmes mobiles.

En dehors des conséquences sociales dont nous venons de parler, les castes ont, aux yeux des Tamouls, des conséquences religieuses; les diverses castes ne sont point aptes, en effet, à recevoir la même instruction ni à être initiées aux mêmes mystères, et, d'après le dogme shivite, les effets se continuent dans les existences subséquentes.

Il en est autrement pour les Singhalais qui n'ont point élevé la caste à la hauteur d'une institution religieuse, et qui l'ont seulement admise comme simple distinction civile. Aussi ne rencontre-t-on pas chez eux, comme chez les Tamouls des provinces du Nord, toutes ces règles minutieuses qui s'appliquent aux repas et aux relations quotidiennes; chez eux, le principal but a été d'empêcher le mariage d'une femme de haute caste avec un homme d'une caste inférieure. Les Singhalais de la côte, s'ils n'ont pas encore entièrement renoncé aux distinctions de caste, paraissent disposés à les abandonner.

Il n'y a pas parmi les Singhalais de représentants des trois premières castes; la plus haute classe est celle des *Goiwales* ou *Vellales* (Soudras), qui considèrent les Européens et les Musulmans comme d'une caste un peu inférieure à la leur, mais ne les relèguent pas au nombre des parias.

Dans la région montagneuse, il est une race maudite que l'on peut

comparer aux plus vils parias tamouls. Disséminés çà et là dans les environs de Kandy, les *Rodias* ont établi un de leurs *kuppayams* (assemblage de huttes) au sommet du Kaduganawa, sur la route de Colombo à Kandy. La réprobation générale qui pèse sur eux remonte à une époque très reculée; suivant les traditions les plus accréditées, ils doivent leur origine à une princesse, Navaratna Valli, qui, ayant eu commerce avec un homme de basse caste, échappa par la protection royale à la mort dont la loi punissait ce crime; expulsée de la société avec son enfant, elle se retira dans la jongle où vinrent la rejoindre tous les nobles qui, soit pour crime de haute trahison, soit pour sacrilége, furent dans la suite condammés à la dégradation et au bannissement.

Le nombre des Rodias est peu considérable; ils se divisent en *Tirringas* et *Halpagaye*. Ces deux familles vivent ensemble, mais elles ne s'unissent pas entre elles par mariage, chacune prétendant descendre de la princesse Navaratna et ne voulant pas se mésallier. Il est difficile de s'imaginer une condition plus vile et plus misérable que celle où étaient réduits les malheureux Rodias sous les rois de Kandy. Inaptes à posséder des terres et à se livrer au commerce, contraints de vivre à l'écart, loin de toute habitation, ils n'avaient pas même le droit de s'abriter sous un toit soutenu par deux murs, ou d'appeler « village » le lieu de leur résidence (1); il leur était interdit de puiser l'eau aux puits et aux rivières près des villes, et ils étaient forcés, pour se nourrir, d'avoir recours aux aliments les plus repoussants ou au produit de leur chasse. Ces malheureux êtres ne pouvaient se couvrir ni la poitrine ni les jambes; un simple lambeau de toile ceignait leurs reins. En quittant leur village, ils devaient porter autour de la ceinture, tombant à mi-jambe, une feuille sèche de palmier dont le bruit prévînt les passants et leur permît de prendre les précautions nécessaires pour éviter la souillure causée par le contact de ces créatures abjectes; ils devaient, en outre, pousser de temps en temps des cris pour avertir ceux qu'ils rencontraient de s'arrêter et de leur donner le temps de s'enfoncer dans la jongle. A eux incombait l'obligation de débarrasser la voie publique des cadavres d'animaux, et ils devaient payer au roi chaque année un tribut de cordes de cuir tressées, qui étaient destinées à attacher les éléphants sauvages nouvellement capturés; c'était là leur seule industrie reconnue.

Une des punitions les plus redoutées, sous les rois de Kandy, pour les personnes de haut rang, était d'être livrées à un Rodia, qui leur mettait dans la bouche le bétel qu'il venait de mâcher; la tache était indélébile.

(1) On ne désignait les villages des Rodias que sous le nom de Kuppayam.

Les lois anglaises ont établi une égalité absolue entre tous les habitants du pays, et ils ne sont plus soumis aux humiliants règlements de l'ancienne monarchie; néanmoins les cruelles prohibitions ont encore une telle influence que ceux qui vivent en dehors du contact journalier des Européens, ne cherchent nullement à empiéter sur les anciennes prérogatives de leurs chefs. On cite le fait suivant, comme exemple de vengeance exercée par un Rodia depuis la domination anglaise : un de ces malheureux êtres affamés s'approcha, dans l'intention de mendier un peu de nourriture d'un noble Singhalais qui était occupé à surveiller le battage de son grain. Celui-ci, lui jetant de loin une poignée de riz, lui intime l'ordre de ne pas souiller plus longtemps l'air de sa présence. Le Rodia, au nom de ce qu'il a de plus cher au monde, supplie à plusieurs reprises le Singhalais de lui donner encore un peu de riz pour son père et sa mère, qui se meurent de faim. Après plusieurs injonctions inutiles, le riche lance une pierre au pauvre indigent et l'atteint à la tête. Jetant aussitôt, au milieu de l'aire, le grain qu'il avait reçu et qu'il tenait dans ses mains, le Rodia s'enfuit dans la jongle pour y chercher un refuge. Tout le riz contenu dans cette aire se trouva ainsi souillé et perdu pour le Singhalais. Ce dernier demanda à l'autorité anglaise de lui donner quelques soldats pour l'aider à rechercher et mettre à mort le misérable qui l'avait offensé; son étonnement fut grand d'apprendre que s'il commettait un pareil acte, il encourrait la peine du talion.

Les Rodias sont robustes, et leur figure est expresssive, mais une vie d'humiliation et de paresse leur a enlevé toute énergie; le travail leur répugne, et ils préfèrent mendier, voler, dire la bonne aventure plutôt que de cultiver la terre ou d'exercer une profession honnête. Ils laissent même leurs femmes et leurs filles, qui se font remarquer par une grande beauté, se livrer ouvertement à la prostitution. Les plus industrieux font des fouets ou tressent des cordes de cuir; quelques-uns à peine cultivent de petits champs qu'ils louent moyennant une redevance annuelle consistant en lanières de cuir (1).

Les hommes ont toujours la tête découverte, et les deux sexes sortent encore aujourd'hui comme autrefois la poitrine et les jambes nues. Ils conservent à leurs cheveux toute leur longueur et les attachent derrière la tête. Les femmes portent des bracelets de cuivre aux poignets et un autre au-dessus du coude droit; elles dansent avec grâce et, tout en dansant, elles font tourner rapidement au bout d'un des doigts de chaque main une rondelle de cuivre. Chez les Rodias, l'apparence physique l'emporte sur le caractère moral. Leur chef, qui

(1) Le blé récolté par un Rodia ne peut pas servir à l'alimentation d'un Singhalais.

jadis devait être confirmé dans ses fonctions par le geôlier de Kandy, est nommé par l'administration anglaise.

Les Rodias parlent un jargon qui se rapporte à la langue singhalaise. Leur religion est celle du Boudha, corrompue par des superstitions grossières et par l'adoration des *Yakkos* (1). Il ne leur est point permis de pénétrer dans les temples; cependant on a vu des prêtres boudhistes ne pas dédaigner de se rendre au milieu d'eux, pour leur exposer les doctrines de leur religion; aux princes qui leur adressaient des reproches à ce sujet, ils répondirent que le boudhisme n'admettait aucune distinction entre les grands de la terre et les êtres issus de cette race méprisée. Les mariages s'accomplissent sans cérémonies; les parents même ne sont pas prévenus. Les funérailles sont simples; on enveloppe le cadavre dans une natte, et l'enterrement a lieu le septième jour; les amis du défunt se réunissent dans son ancienne demeure pour prendre un repas préparé par les plus proches parents. Ces malheureux êtres ne trouvent même pas, parmi les médecins de la plus basse classe, des hommes qui consentent à franchir le seuil de leurs huttes; les prescriptions sont faites sur la simple description de la maladie. Il n'est pas jusqu'au bétail des Rodias qui ne participe à l'horreur que les Singhalais éprouvent pour leurs propriétaires; leurs bœufs doivent avoir un fragment de noix de coco attaché au cou, comme marque distinctive. C'est une triste histoire que celle de cette race maudite par les hommes, qui s'est forcément dégradée au point d'avoir perdu toute notion de justice, de morale et de vertu.

En dehors des trois grandes divisions dont nous avons parlé, il y a deux classes d'habitants beaucoup moins nombreuses, mais, néanmoins, fort dignes d'intérêt.

Les Maures, qui sont aujourd'hui disséminés dans toute l'île, ont abordé à Ceylan au commencement du huitième siècle; ce sont les descendants de la maison de Haslem qui, chassés d'Arabie par la tyrannie du calife Abdul-Melek-Ben-Merwen, formèrent divers établissements dans l'Inde, à Ceylan, à Malacca. Leur vie plus active, leur nourriture plus substantielle, leur religion plus conforme à l'esprit humain que celle du Boudha, leur morale plus élevée que celle des Shivites, sont autant de causes qui ont eu une influence marquée sur leur constitution physique et sur leurs mœurs. Aussi les Maures sont-ils en général plus robustes que les Singhalais; leurs traits plus mâles ont une expression de grande finesse; ils sont plus réfléchis, plus braves, moins serviles. De tous les habitants de l'île, ce sont certai-

(1) Esprits doués de pouvoirs surhumains.

nement les plus industrieux; de tout temps, ils se sont consacrés au commerce. Fidèles en principe à l'islamisme, ils ont mêlé à leurs pratiques religieuses beaucoup de superstitions empruntées aux cultes de l'Inde.

Les Maures ont adopté le vêtement singhalais (comboye), et portent en outre une petite jaquette. Leurs cheveux sont rasés, et ils conservent leur barbe entière; leur coiffure consiste en une petite calotte en jonc tressé qui ne couvre que le sommet de la tête. Leurs femmes n'ont pas toute la liberté dont jouissent les Singhalaises. Les Maures prennent la même nourriture que les autres habitants de l'île, cependant ils substituent souvent au carry de légumes un carry plus substantiel de bœuf ou de volaille. Ils parlent la langue singhalaise. La plupart habitent les côtes Ouest et Sud, où le commerce est le plus développé; on en rencontre aussi dans l'intérieur de l'île, partout du reste où l'intérêt les appelle.

Les *Veddahs,* tribus sauvages éparses dans les forêts qui sont situées au Sud de Batticaloa et près de Bintenne, méritent d'attirer l'attention du voyageur. Les Veddahs sont les véritables indigènes du pays; ce sont eux qui, de temps immémorial, ont habité la belle île de Ceylan sans se mêler aux colons étrangers, et qui, libres de la domination wijayenne, ont conservé leurs mœurs primitives sans altération. Ils errent au milieu des jongles, fuyant toute société, et cherchent un abri dans les trous des rochers. De petite stature, ils sont forts et actifs, et vivent du produit de leur chasse, surtout de singes et de ces lézards improprement nommés par les Anglais *Iguanes;* ils se nourrissent aussi de miel sauvage et d'ignames. Au bétel, les Veddahs substituent certaines écorces qu'ils se plaisent à mâcher. Les fibres et les feuilles des arbres leur fournissent leurs vêtements. L'arc et les flèches sont les seules armes qu'ils emploient; de là leur nom de Veddahs (archers). L'adultère et la polygamie sont des vices communs parmi eux; après une année de cohabitation, le mari a le droit de renvoyer sa femme chez ses parents sans explication et de reprendre sa liberté. Ils sont très enclins au mensonge, commettent fréquemment des vols, et même ne reculent pas devant le meurtre. C'est à coups de hache qu'ils accomplissent le plus souvent les assassinats, et ils achèvent la victime à coups de flèche. Si l'assassin est découvert, il est condamné par le *tissarvou* (chef) à payer aux parents du mort une somme équivalant à une trentaine de francs, ce qui est le prix d'un esclave; car l'esclavage existe parmi les Veddahs, et non seulement les pères peuvent vendre leurs fils, mais un oncle a le même droit à l'égard de ses neveux. Les femmes atteignent une valeur double de celle des esclaves mâles.

Les Veddahs croient à l'existence d'un Dieu tout-puissant, mais ce Dieu ne leur inspire aucune crainte; ils adressent leurs prières et offrent leur adoration aux esprits surnaturels (yakkos). Suivant eux, les âmes de leurs parents décédés reviennent sur terre et ont le pouvoir de leur nuire; pénétrés de ces idées, ils font à certaines époques, ou à l'occasion de maladies graves, des cérémonies bizarres dans le but de se les rendre propices et d'implorer leur protection. Ils n'ont aucune notion d'une vie future. Il est presque incroyable de songer que depuis vingt-quatre siècles, ces tribus étant à proximité d'une civilisation avancée soient restées aussi complètement plongées dans la barbarie. Depuis quelques années, le gouvernement anglais est sorti de son inaction et s'efforce d'introduire, parmi ces Veddahs, des éléments de civilisation; mais il aura à lutter contre des habitudes invétérées d'indépendance, et il éteindra difficilement en eux l'amour de la vie errante.

Nous venons de parler des Veddahs des forêts; il en est d'autres qu'on peut appeler Veddahs des villages et Veddahs des côtes. Ceux-ci, s'étant trouvés plus souvent en contact avec leurs frères civilisés, ont des mœurs plus douces, sont plus hospitaliers, et vivent dans des villages autour desquels ils ont de petites cultures; ils échangent du gibier desséché, de la cire, des cornes de daim, de l'ivoire contre du riz et d'autres objets.

Il est de tradition parmi les Veddahs qu'ils appartiennent à une caste élevée et que leur nom est Veddahs-Vellales; les Vellales des diverses provinces reconnaissent que leurs prétentions sont fondées. Le langage des Veddahs est un dialecte singhalais sans aucun mélange de pali ou de sanscrit.

On pourrait citer encore la caste des Pareyos ou étrangers; ce sont, dit-on, les descendants d'esclaves portugais, mariés à des Singhalaises de haut rang devenues esclaves du roi en punition de certains méfaits.

Les autres habitants de Ceylan sont comparativement peu nombreux; ce sont les descendants des Hollandais et des Portugais, les Métis ou *Burghers,* les colons anglais, et surtout les immigrants tamouls qui, depuis l'introduction de la culture du café à Ceylan, viennent chaque année du Deccan, où on va les recruter pour le travail des plantations. Nous n'avons pas à nous occuper de ces Indous, dont les mœurs et les coutumes sont identiques à ceux des Tamouls établis depuis des siècles dans les provinces du Nord.

Quant aux colons portugais et hollandais, ou burghers, ils adoptent, autant que leur permettent leurs moyens, le mode de vie et l'habillement des Anglais. Les premiers forment en général une

classe dégradée : ils parlent un dialecte du portugais très corrompu. Les Hollandais sont presque tous, ainsi que les précédents, des employés du gouvernement; aussi pourrait-on les nommer avec justesse une nation de bureaucrates. Il est curieux de voir cette classe d'individus mettre toute son ambition à circonscrire ses efforts dans le cercle étroit de la bureaucratie, et ne jamais vouloir s'adonner au commerce, à l'agriculture ou à d'autres emplois lucratifs; ils obéissent à une puérile vanité et ils croiraient déchoir en se livrant à des occupations industrielles ou mercantiles. Cependant, au lieu de se renfermer dans une sphère aussi restreinte, ils pourraient utiliser le vaste champ inculte où il leur suffirait de semer pour récolter.

A part les agents du gouvernement, qui sont répandus sur toute la surface de l'île de Ceylan, on peut dire que les Européens sont concentrés sur trois points : Kandy et les plantations de la province centrale, Colombo et Pointe de Galles. Les réunions de société y sont rares, et il existe toujours, au moins dans les relations officielles, une raideur et une observation rigoureuse des règles de préséance qui donne à penser que l'institution des castes singhalaises et indoues a exercé son influence sur les Européens. D'ordinaire, les maisons ou *bungalows* sont hors de la ville, souvent à plusieurs kilomètres de distance, ce qui ne favorise guère les relations journalières, et ne témoigne pas d'un grand désir de vivre en société.

Les Européens se lèvent en général de bonne heure, et profitent de la fraîcheur de la matinée pour faire une promenade à cheval. A neuf heures, on sert le déjeuner avec tout son cortége de plats et d'épices. Les occupations quotidiennes, qui ne cessent guère avant cinq heures, sont interrompues par un tiffin ou goûter avec viande, légumes, bière, etc. Au coucher du soleil, chacun se promène dans sa voiture, à Colombo ou à Galles, sur l'esplanade, plutôt pour se montrer que pour respirer l'air; puis on attend le dîner sous la véranda qui précède tous les bungalows, en jouissant de la fraîcheur que procure la brise du soir.

Le troisième repas se prend lentement. Lorsqu'il est terminé, les convives demeurent, comme en Angleterre, plus ou moins longtemps autour de la table que les serviteurs ont débarrassée des mets et chargée de flacons de cristal, contenant des vins de Bordeaux, de Porto, de Xérès. On ne peut reprocher aux Anglais qui habitent Ceylan de fatiguer leur estomac par une trop grande abondance d'aliments qui les rendrait esclaves de maux nombreux, ils mangent peu; mais les repas trop rapprochés nuisent peut-être à la santé. La cause principale de leur appétit indolent vient de l'usage immodéré du brandy, eau-de-vie que la plupart des hommes boivent dans un

mélange de soda-water à toute heure du jour. Le brandy, pris en excès, est une boisson pernicieuse dans les pays tropicaux; si les effets nuisibles ne sont pas immédiats, on les ressent alors qu'il est trop tard pour arrêter le mal; la plupart des Anglais de l'Inde ne commencent pas une conversation sans avoir le verre à la main. Les planteurs de café mènent une vie beaucoup plus active que les habitants des villes; on peut cependant leur appliquer les observations qui précèdent.

Dans les dîners et dans les soirées, le vêtement est le même qu'en Europe; durant le jour, on use d'habits légers, blancs ou de couleur, et on porte un chapeau de forme variable, mais toujours bizarre, qui isole la tête et permet à l'air de circuler; ces chapeaux sont fort utiles pour braver les rayons ardents du soleil des tropiques.

Les étrangers trouvent toujours, chez les Anglais, une grande et large hospitalité; il n'est pas de voyageur qui ait parcouru les riches régions de Ceylan, sans avoir conservé le doux souvenir de l'accueil bienveillant et gracieux qu'il a reçu dans ses courses à travers ce beau pays.

Telles sont, en résumé, les observations que j'ai pu faire moi-même, ou que tout au moins j'ai contrôlées, sur la configuration de l'île de Ceylan et sur les divers peuples qui l'habitent.

M. Georges RENAUD,

Membre de la Société d'économie politique et de la Société de statistique de Paris, lauréat de l'Institut.

Des Lois qui constituent le caractère scientifique de l'économie politique.

(Séance du 9 Septembre 1872.)

MESSIEURS,

Le développement du commerce et de l'industrie pendant ces dernières années, simultanément avec le progrès des idées démocratiques, a rendu indispensable la généralisation des études économiques, en faisant une nécessité de premier ordre de l'examen attentif des lois suivant lesquelles s'effectuent la production et la répartition de la richesse. Jusqu'alors on s'était confié au hasard; mais la nécessité de soutenir la concurrence de peuples extrêmement habiles et actifs ont obligé les plus désireux de rester au premier rang à chercher les moyens d'assurer leur suprématie et d'accroître leur puissance commerciale et industrielle. C'est de là

qu'est née l'*économie politique*, nom qui exprime admirablement le véritable objet de la science; car, comme l'indique son étymologie, c'est la science de l'administration de la maison et de la cité, c'est-à-dire la science de la production de la richesse publique et de la richesse privée.

Les peuples ont compris qu'il ne s'agit plus de faire de la politique par voie d'expédients et d'une manière arbitraire ou capricieuse; que ce n'est pas en discourant ou en disputant sur des questions de forme, de coterie ou de personne, qu'on mène un pays à la gloire et à la puissance; mais qu'on n'arrive à ce but qu'en faisant des affaires; qu'il n'y a plus de possible que la politique d'affaires, qu'elle seule enfin peut faire vivre un peuple, accroître la somme de vie. Or, accroître la somme de vie, c'est assurer sa conservation, sa durée, son avenir. Il faut donc que ceux à qui sont confiés la charge et l'honneur d'administrer les nations soient des hommes connaissant les affaires, les ayant étudiées de longue date, d'une manière spéciale; et tout peuple qui confie ses destinées aux premiers venus, d'après leur notoriété bruyante plutôt que d'après leurs connaissances spéciales, donne là un exemple des plus démoralisants, car il encourage l'intrigue ignorante au détriment de la science plus modeste et plus raisonnée. Il faut qu'on s'habitue à raisonner en administration comme en politique; à agir avec méthode, scientifiquement, en se basant sur l'observation des faits, sur l'étude de l'histoire et l'expérience du passé; à procéder, en un mot, en administration comme on procède dans les sciences exactes. Il est essentiel de calculer, à l'avance, les effets probables de ses actes et de ne pas le faire d'une manière incomplète, inexacte, car les études incomplètes et inexactes, dans l'ordre économique, conduisent directement à l'utopie et favorisent, par suite, le triomphe du despotisme et de la théocratie. Il importe, en un mot, que les gouvernements agissent avec prévoyance; qu'ils ne négligent aucun des moyens pouvant contribuer à les éclairer dans leur conduite et concourir à l'extension de la renommée et de la puissance du pays; qu'ils n'en attendent pas tant un résultat immédiat qu'un effet utile à longue échéance. Ils doivent compter sur le concours du *temps*, sans lequel il ne se fait rien et qui seul permet aux lois économiques de s'exercer efficacement. Malheureusement, trop souvent, comme le disait fort bien M. de Quatrefages il y a quelques jours, le fonctionnaire ne se soucie que de ce qui lui procure, à lui-même, influence et avancement. Il ne voit pas au delà, il ne veut pas voir au delà; cela lui donnerait trop de peine et trop de souci. Quand on vit au milieu de l'administration, Messieurs, et qu'on assiste à l'insouciance et à l'im-

prévoyance avec lesquelles on abandonne tous les travaux d'un ordre plus général et plus élevé que les travaux courants, avec lesquelles on néglige tout ce qui est science, tout ce qui est instruction, je ne puis m'empêcher de croire que ce n'est pas ainsi qu'une administration gouvernementale aide un grand pays à se relever et à se régénérer. « Après moi, le déluge, » disait Louis XV. Cette devise est devenue celle d'un trop grand nombre de fonctionnaires français. Nous venons d'avoir le spectacle des désastres de l'armée de la France. Prenons garde d'assister maintenant à quelque nouveau désastre, dû à l'incurie, à l'ignorance et au fâcheux recrutement du fonctionnarisme. Si l'étude de l'économie politique était obligatoire pour tous les fonctionnaires, si les hommes influents que leur position place à la tête du suffrage universel se donnaient plus de peine pour mieux connaître cette science, nous n'en serions certainement point là

En effet, qu'est-ce que l'économie politique? Est-ce un art empirique, enseignant des doctrines établies *à priori,* systématiquement, sans donnée, sans base, une sorte de conception arbitraire, plus ou moins ingénieuse, de l'imagination de quelques hommes? On a bien cherché à répandre ces fausses idées, Messieurs, et on n'a que trop souvent réussi à leur donner une certaine popularité, car nos adversaires ont intérêt à ce qu'il en soit ainsi. Nous avons deux catégories d'adversaires qui tiennent ce langage : les inventeurs de systèmes agissant de bonne foi, et ceux qui les exploitent à leur profit. C'est ainsi que se coalisent contre la science économique les protectionnistes, dont l'intérêt est de se servir de l'État et de la douane pour imposer au pays les charges d'une routine obstinée et s'assurer à eux-mêmes des profits plus élevés au détriment de l'intérêt d'autrui, au détriment du pauvre consommateur, dont la voix a trop peu d'influence pour être entendue, au détriment du petit et du faible et contrairement à toutes les lois de l'égalité, de la justice et de la nature. On prétend forcer le pays à produire chèrement ce qu'il est impropre, par la nature de son sol ou de sa situation, à fournir à ses habitants; on prétend l'obliger à consommer ses produits chers et le priver des produits bon marché de l'étranger; c'est-à-dire qu'on l'affaiblit en l'empêchant de participer aux avantages naturels des autres pays et en le contraignant à négliger les siens, à détourner ses capitaux de la voie la plus profitable pour les porter dans celle où ils donnent le plus petit profit pour prix du maximum d'efforts.

Quant aux théoriciens socialistes, dont les intentions sont souvent généreuses et élevées, mais dont les études sont incomplètes et les

observations inexactes, ils servent d'instrument à une foule d'autoritaires qui n'arborent tel ou tel système que dans l'intention d'en tirer leur profit personnel. Ils veulent commander à la nature des choses; ils veulent leur imprimer une direction factice, et ils facilitent ainsi le triomphe de l'arbitraire. Le socialisme, nous le croyons d'origine moderne? Oui, Messieurs, le nom est récent; mais la chose est vieille comme le monde.

C'est à cette coalition des intérêts, contraire au bien de la société, que l'économie politique doit de n'avoir pas encore été admise à occuper un rang plus sérieux et plus digne que celui auquel elle est reléguée. Trois ou quatre chaires publiques à Paris, cinq ou six en province, et c'est tout. Et dire, Messieurs, qu'il est plus difficile aujourd'hui que jamais, au lendemain de nos désastres, d'ouvrir même des cours libres et gratuits d'économie politique! Oui, cette coalition d'intérêts est toute-puissante pour nous barrer la route et nous refuser l'autorisation malheureusement nécessaire; et cela, alors que le portefeuille de l'instruction publique est dans les mains d'un député libre-échangiste, de l'un de nos collègues de la Société d'économie politique de Paris, qui s'était jusqu'ici considéré comme fort honoré du titre d'économiste. Je me trompe, Messieurs, on veut bien nous autoriser à enseigner l'économie politique à la condition que nous ne parlerons pas du libre-échange (on ne va jusqu'à exiger que nous soyons protectionnistes), que nous n'attaquerons point le monopole de la Banque ni celui des Chemins de fer, que nous respecterons l'impôt des matières premières et que nous nous garderons bien de défendre l'impôt sur le revenu. Jamais les économistes ne consentiront à mutiler la science d'une façon aussi odieuse, jamais ils ne se prêteront à l'enseigner de cette façon honteuse et dégradante pour elle. Ils croient à ce qu'ils enseignent; et, s'ils sont les premiers à reconnaître que leur science est encore bien incomplète, comme on le leur reproche si souvent, ils n'en ont pas moins la fierté de pouvoir affirmer qu'il y a un certain nombre de principes établis, acquis, démontrés, qu'il est important d'enseigner ceux-là en attendant la découverte des autres principes qui peuvent être encore inconnus. Vouloir exiger qu'une science soit complète pour en autoriser l'enseignement, c'est un prétexte pour l'étouffer.

L'Allemagne enseigne l'économie politique dans toutes ses Universités; l'Angleterre possède deux ou trois cents chaires; il n'est pas une grande ville en Italie qui n'en ait au moins une. Et nous, où en sommes-nous? Dans notre pays, pour enseigner officiellement l'économie politique, — les règlements de l'Université le

veulent ainsi, — il faut être docteur. Docteur en quoi? En économie politique? Il n'existe pas de diplôme pour cette science. Non, en droit. Vous aurez beau être l'économiste le plus éminent de France, vous ne pouvez enseigner officiellement l'économie politique si vous n'êtes pas docteur en droit.

Ne croyez pas que j'exagère, Messieurs. Le fait dont je parle s'est produit à Bordeaux même, à l'occasion de deux économistes proposés au ministre comme professeurs, dont l'un est membre fondateur de l'Association et professeur d'économie politique dans cette ville même, où il jouit d'une considération scientifique bien méritée.

Je ne saurais vous dire combien il est fâcheux que l'administration méconnaisse ainsi la haute importance scientifique de l'économie politique. Vous lui avez fait une place dans ce Congrès scientifique; vous l'avez considérée comme une science et vous avez eu raison. Laissez-moi en remercier bien vivement les promoteurs du Congrès, au nom de la Société d'économie politique de Paris, que j'ai l'honneur de représenter dans cette réunion ; bien d'autres de mes confrères se seraient joints à moi pour répondre à cet appel, s'ils eussent été avertis de la tenue du Congrès. Mais cette session n'en est pas moins un fait important pour nous, car c'est la première fois qu'en France on a classé l'économie politique parmi les sciences proprement dites et qu'on a renoncé à cette tradition déplorable, de la considérer uniquement, suivant un mot célèbre, comme une « littérature ennuyeuse ».

Oui, elle est bien une science et elle mérite ce nom. Si ses adeptes l'ont trop souvent oublié, il faut s'en prendre aux hommes, et ils passeront; mais il ne faut point en rendre responsable la science même, qui restera toujours la science immortelle, dont Adam Smith, Jean-Baptiste Say, Dunoyer et Bastiat ont jeté les fondements d'une manière inébranlable, avec cette admirable méthode que nous retrouvons actuellement chez les maîtres éminents de l'anthropologie et de la physiologie françaises.

L'économie politique est une science; car, par la simple observation des faits, elle est amenée à constater, dans l'ordre de la production, de la répartition et de la consommation de la richesse, l'existence de lois permanentes, de lois immuables, supérieures à la volonté humaine, supérieures à la liberté humaine. Et ce n'est pas seulement dans les faits présents qu'elle cherche la preuve de ces lois; elle la trouve aussi dans le passé, dans l'histoire, dans l'anthropologie, dans la philologie, dans la géographie, dans la statistique et dans toutes les sciences qui peuvent contribuer à éclairer ses investigations, ses analyses comme ses synthèses. Ces lois sont telles, qu'il

n'est pas possible de s'y soustraire; elles sont de tous les temps, elles sont de toutes les époques. Les peuples ou les individus qui les violent et qui prétendent s'élever au-dessus d'elles en sont fatalement châtiés par la dissolution, par la ruine, par la mort. Ce sont des *lois de conservation*. Aux sociétés de s'y soumettre, si elles ne veulent pas se voir dépassées par d'autres plus éclairées, plus progressives.

Si nous examinons l'une quelconque de ces sociétés, le premier fait que nous constatons, c'est son existence même, fait naturel, spontané, nécessaire, résultant de la force des choses, de l'instinct et non d'une convention voulue qui lui donnerait le caractère d'un fait artificiel, résultant de la volonté humaine, et, par suite, modifiable par elle en cas d'imperfection. Les sociétés se sont fondées naturellement, par le groupement des premiers hommes, aussi instinctif que celui des buffles qui se réunissent en troupeaux dans les prairies de l'Amérique. Elles se sont fondées d'elles-mêmes, parce que l'homme primitif, même non préhistorique, n'avait pas encore la notion du *contrat,* mais seulement celle de la *juxtaposition*. Que deviennent alors les projets de réforme de ces utopistes qui croient tout régénérer par un système sorti tout d'une pièce de leur cerveau ?

Au milieu de la société se tient un groupe, qu'on appelle la *famille*. Celui-là, personne n'aura l'idée de ne point le considérer comme la conséquence même de la nature des choses et des hommes. Il n'y a pas à y toucher, car les lois physiologiques et morales en sont la base.

Enfin, dans ce dernier groupe figure l'*individu,* le pivot, en définitive, de la civilisation, la cheville ouvrière, le rouage qui commande tous les autres, et dont le plus ou moins de puissance fait en partie le plus ou moins de puissance de ceux-ci.

Ces trois unités constitutives du monde social sont douées d'une vie propre, d'une vie indépendante ; et cependant il y a entre elles une solidarité telle, qu'elles se sont mutuellement nécessaires, qu'elles ne savent se passer l'une de l'autre. Elles ne peuvent être modifiées dans leur essence ni dans leurs rapports fondamentaux, car il n'est pas possible à l'homme de modifier les *lois naturelles ;* il peut en troubler l'équilibre, il peut causer des perturbations, — le fait est trop fréquent, — mais il n'améliore pas plus les lois de la vie sociale qu'on n'améliore les lois de la vie physique ou physiologique.

Ces trois éléments naturels, la société, la famille et l'individu, tiennent donc de la nature des *droits* réciproques et ont également des *devoirs* mutuels à remplir. Mais il importe qu'ils n'empiètent

point l'un sur l'autre, afin de pouvoir se développer conformément à leur nature intime. C'est ainsi que l'observation des faits ou des lois fondamentales conduit l'économiste d'une manière immédiate à la conception de la notion de *liberté*. Le tout est de savoir maintenant dans quelle mesure doit être comprise cette importante notion.

L'individu est assujetti aux lois de sa vie physique, et on peut dire que les lois sociales, auxquelles est subordonnée son activité, ne sont que des résultantes dont les lois physiques sont les composantes. Il est obligé de vivre, il est obligé de fournir à son corps les matériaux nécessaires à la réparation de ses forces ou à leur entretien ; il est tenu de satisfaire aux besoins de la bête, et son instinct de conservation le pousse à rechercher les moyens les plus propres et les plus efficaces pour arriver à ce but. Il est donc contraint au *travail* par cette nécessité de vivre. Ce travail, à l'origine, très élémentaire, se réduisait à la cueille de châtaignes ou à la chasse d'animaux, et cependant la famille ne pouvait se livrer isolée à ce travail ; elle était obligée de vivre en société pour échapper aux périls inséparables de l'isolement.

Si l'homme travaille, ce n'est donc pas tant par devoir ou par plaisir que par *nécessité*. C'est la nécessité qui le fait s'ingénier à améliorer les procédés de travail, et il est utile qu'il en soit ainsi ; car, toutes les fois que la nécessité devient moins pressante, on voit peu à peu le ressort de l'homme se détendre, son énergie et sa volonté diminuer. Les familles riches finissent tôt ou tard par décroître, puis par disparaître ; les nations puissantes s'affaiblissent le jour même où elles atteignent à leur apogée de force ou de richesse ; la décadence est même d'autant plus rapide que le triomphe a été plus facile et que l'orgueil de la victoire paraît le plus autorisé. Cette loi est générale. Par exemple, considérez un même individu. Pauvre, vous le voyez faire des efforts inouïs pour arriver à s'ouvrir une carrière, à se créer une position, à amasser une fortune. Arrivé, il n'économise plus son temps avec le même soin, il se laisse aller à des dépenses beaucoup plus larges, il se donne beaucoup plus de loisirs. L'éducation peut modifier ces habitudes ; mais elle ne fait qu'atténuer la réaction.

C'est, disons-nous, la nécessité qui pousse l'homme à travailler ; le travail a donc pour origine la force des choses, la nature même. Et, quand je constate que le premier mode de l'activité sociale est toujours le travail, je prends ce mot dans un sens bien plus général que celui consacré par la plupart des économistes. Ainsi que l'a fait l'éminent M. Courcelle-Seneuil, j'entends par travail *tout effort de l'esprit, de l'intelligence ou de la volonté*, car même le travail physique n'est autre

chose qu'un effort intellectuel ou moral. En effet, quand le mineur manie la pelle ou la pioche, ses bras ne font qu'exécuter l'ordre dicté par le cerveau aux nerfs et aux muscles ; tout l'effort part, en réalité, du cerveau ; le travail physique n'est donc que la manifestation d'un travail intellectuel ou moral. L'avantage de cette définition si générale est d'être uniforme pour toutes les fonctions exercées par l'homme et qu'il est juste de rémunérer : travail intellectuel, travail de direction, travail de surveillance, etc. Ceux qui prétendent que le travail, c'est-à-dire, dans le sens restreint où ils entendent ce mot, le travail physique, a seul droit à la répartition de la richesse, se trouvent immédiatement réfutés par cette définition générale, des plus simples et d'une rigoureuse exactitude.

C'est encore la nécessité qui a fait établir le droit de *propriété;* il n'est pas établi par une loi ; il s'est établi d'instinct, naturellement, nécessairement. Supprimez le droit de propriété, et immédiatement vous le voyez renaître plus ou mòins dévié, car il est la base même de la vie et de l'activité sociale. La propriété est la garantie et le stimulant du travail, dont l'accumulation engendre le *capital.* Il ne peut exister une seule parcelle de capital, qui ne soit l'œuvre du travail. Il a pu y avoir spoliation à un moment donné de la possession; mais il n'a pu y avoir production de capital sans travail ; le travail est la seule origine de la *valeur,* quoiqu'il ne la détermine point à lui tout seul. Aussi, si le possesseur n'est pas toujours respectable, le capital, lui au moins, a droit à ce respect dans quelque cas que ce soit.

Le travail est la seule origine de la valeur, par cette raison tout évidente, qu'il n'y a qu'une matière appropriée aux besoins de l'homme qui puisse avoir une valeur. L'eau qui coule dans le lit de la rivière ne s'achète point; l'eau transportée à domicile, c'est-à-dire mise à portée du *besoin* qu'on en peut avoir, se paie fort bien. Le travail est parfois élémentaire, parfois considérable; il détermine l'offre ; mais son *utilité* pour la société n'est fixée que par la demande et n'est réglée que sur le besoin qu'on a de ce travail ; c'est l'utilité qui détermine en dernier ressort la valeur ou le prix qui en est la mesure ; l'un cherche à vendre le plus cher possible, l'autre à acheter le meilleur marché ; le patron cherche à payer le moins possible, l'ouvrier veut le salaire le plus élevé. Il est nécessaire que ce perpétuel conflit ne soit réglé que par les besoins respectifs des deux parties, ces besoins étant seuls susceptibles de déterminer la mesure exacte de l'utilité qu'en retire la société ; il est bon qu'il en soit ainsi, car la loi de conservation des sociétés doit tout dominer, et il faut se garder d'en affaiblir l'action, sinon on conduirait ces sociétés à la décadence et à la ruine. Il se produit, par ce moyen, une

sélection sociale, parfois brutale, mais nécessaire, qui seule assure la prospérité, la force et la durée des nations.

La vie de société a amené la *division du travail,* afin d'accroître la part des satisfactions de chacun; la force des choses a encore amené l'*échange*, conséquence nécessaire de la division du travail. Cet échange, à l'origine, n'a été qu'un simple troc; mais, après l'invention de la *monnaie,* il est devenu le commerce perfectionné, tel que nous le voyons pratiquer aujourd'hui sous nos yeux.

Je viens de vous décrire à grands traits les lois les plus générales de l'activité sociale. Sont-elles arbitraires? Sont-ce de « prétendus savants qu'on appelle économistes, » — comme on disait dernièrement dans les hautes régions du pouvoir, — qui les ont inventées, imaginées? Non, n'est-ce pas? Elles résultent bien de la force des choses, de la nature, elles sont supérieures à la volonté et à la liberté de l'homme. Nous sommes donc obligés d'en subir toutes les conséquences logiques. Et quelles sont ces conséquences logiques? C'est de laisser à chacun le maximum de liberté nécessaire à l'exercice de ses facultés, c'est de réduire au minimum l'action et l'intervention de l'État.

La liberté, en effet, dans l'ordre social, permet seule à chacun de chercher le développement naturel de ses aptitudes dans la direction qui lui convient. Faute de liberté, on recule devant la nécessité de solliciter une autorisation administrative pour se lancer dans des entreprises qui pourraient réussir et avoir un grand avenir, mais qui sont susceptibles aussi d'avorter. La nécessité de l'autorisation et des innombrables formalités administratives prévient trop souvent l'exercice de l'activité humaine. Or, n'oublions pas qu'en général les créations d'un peu d'initiative commencent petitement. La liberté économique ouvre à chacun l'accès de toutes les professions, et, si l'une est plus profitable que les autres, elle permet à tous de participer à cette source de richesse et de force. Elle favorise enfin l'emploi des aptitudes et des capitaux de la manière la plus conforme à la nature, et, par suite, la plus économique, c'est-à-dire *donnant à la société le maximum d'utilité pour le minimum d'effort et de travail.*

Quand, par exemple, nous défendons avec obstination le *libre-échange,* c'est que nous voulons que la répartition des aptitudes sociales ait lieu conformément à la nature du sol, au climat, à la situation géographique; c'est que nous ne voulons rien laisser s'établir de factice, afin d'éviter les crises commerciales et les crises industrielles. Quand nous combattons l'intervention de la loi dans les *grèves,* c'est que nous croyons que la force des choses sera plus habile que la loi, rétablira plus promptement l'équilibre et satisfera

pour le mieux les besoins divers de la société. C'est qu'en effet, quand aucune cause artificielle ne vient troubler la vie économique des sociétés, il tend à s'y établir un équilibre naturel entre tous les intérêts. Nous trouvons donc ici, comme dans toutes les sciences, la preuve d'une harmonie admirable que nous avons intérêt à respecter. Oui, il faut réduire l'État à son minimum d'action, dans la crainte qu'il ne vienne troubler cet accord et causer une perturbation là où la nature nous offre le spectacle de la paix et de la concorde. L'État, avec son irresponsabilité trop souvent inévitable, avec ses agents trop peu intéressés à faire le bien, n'est qu'une source de crises et une cause de souffrance perpétuelle. Est-ce à dire qu'il faille le supprimer et adopter les théories de Proudhon sur l'anarchie? Beaucoup de bons esprits raisonnent ainsi, parce que, pour eux, l'infiniment petit est égal à zéro. Ce raisonnement est anti-scientifique. Il faut que l'action de l'État soit infiniment petite; mais, dans cette limite, elle est nécessaire. Quelqu'un doit représenter la société et sauvegarder les droits de cette unité naturelle. L'État ne doit pas avoir d'autre rôle.

Nous tendons sans cesse, Messieurs, à accroître la puissance sociale. Pour accroître cette puissance, il faut fortifier celle de chacun de ses trois éléments, l'individu, la famille et la société. La liberté économique est l'un de ces moyens. Mais il n'est pas le seul. Il y a une action intime à exercer sur chacun de ces trois éléments. D'abord sur l'individu. Pour augmenter les aptitudes de l'individu, il faut le développer au physique comme au moral. L'éducation physique est une des plus importantes conditions de force et de durée d'une nation. Nos races civilisées deviennent trop nerveuses: on n'y fait point assez la part du corps. A l'étranger, on crée des gymnases publics. C'est là une nécessité sociale, je dirai même nationale. Quant à la morale, elle ne regarde point l'État, non plus que la sanction religieuse, qu'il faut laisser entièrement libre et au choix de chaque individu et de chaque famille. Au point de vue intellectuel enfin, l'État a un droit et un devoir: non pas d'enseigner, cela ne le regarde point; mais d'obliger la famille à ne point se désintéresser de l'avenir de l'enfant et à lui donner la nourriture intellectuelle, comme il la contraint à lui donner la nourriture matérielle. Qu'elle la lui donne comme elle l'entendra, peu nous importe; c'est le résultat seul qui nous intéresse; mais il ne peut tolérer qu'on abandonne un enfant à lui-même. Lui donner l'instruction, c'est lui donner le moyen de mieux gagner sa vie et d'élever son salaire par un travail plus profitable et plus satisfaisant; c'est travailler à diminuer l'inégalité sociale, conséquence nécessaire de l'inégalité naturelle.

Nous voulons aussi augmenter la force de la famille, ce second élément de la puissance sociale. La morale, l'éducation, la civilisation, la douceur des mœurs sont seules toutes-puissantes dans cet ordre d'idées. La loi, en lui donnant toutes les garanties nécessaires, peut faire aussi quelque chose ; mais il ne faut pas qu'elle veuille trop faire, en multipliant quelquefois outre mesure les formalités de l'état civil et en voulant imposer des garanties trop rigoureuses. Elle doit chercher à leur donner une durée immuable ; il y a des erreurs possibles, des fraudes mêmes dans la constitution de la famille. Il importe donc de ne pas trop serrer le frein, dans la crainte qu'il ne casse ; il importe de ne point rendre irrévocables les conventions qui en sont la base et de laisser une place à la mobilité et à l'imperfection des choses humaines, de ne point exagérer, en un mot, le principe d'indissolubilité, sous peine d'occasionner une perte de force et un affaiblissement. C'est le contraire que nous devons chercher.

Enfin, le troisième élément de l'activité sociale, c'est la société elle-même, représentée par l'État. Ici, je me trouve sur le terrain brûlant de la politique ; cependant, je crois qu'en s'appuyant sur la science on peut l'aborder sans péril. L'organisation de l'État ne doit pas avoir d'autre but que d'accroître la force sociale ; le seul moyen d'y arriver est d'assurer la *responsabilité* effective de chaque agent de l'État. L'administration est un puissant rouage ; mais c'est un rouage irresponsable, donc corrupteur et corrompu, négligent et indolent. En n'y admettant que des hommes ayant donné des preuves reconnues de capacité, en la soustrayant au népotisme qui la ronge de bas en haut, en traçant à chacun sa mission et en l'en rendant immédiatement responsable devant les tribunaux, on pourra arriver à tirer de ce redoutable organisme l'effet utile qu'on est en droit d'en attendre. Plus enfin on généralisera la liberté politique et la liberté religieuse, et plus on augmentera la cohésion de la société, plus on favorisera le développement de ces deux forces sociales, l'esprit politique et l'esprit religieux, si puissantes pourvu qu'elles soient vivifiées par l'esprit de tolérance et le respect de toutes les opinions. On diminuera ainsi le nombre des causes de haine et on resserrera les liens de cette société ; on en élèvera le niveau politique ; enfin, on fera encore davantage en rendant effective l'égalité des citoyens par l'égalité du vote et l'égalité du service militaire.

Vous voyez, Messieurs, comment l'observation des lois naturelles de la société nous amène, rigoureusement, scientifiquement, par la seule force de la logique et du raisonnement, à ces conclusions

aujourd'hui sur toutes les lèvres et dans tous les cœurs, et qui sont la condition *sine quâ non* du progrès.

Poursuivons avec persévérance l'étude et l'observation de ces lois. Malheureusement les moyens d'investigation sont des plus défectueux; et, notamment, la *statistique,* cultivée avec tant de soin à l'étranger, est tombée dans notre pays dans une situation déplorable. Placée dans les mains d'hommes incompétents, de fonctionnaires pris au hasard, au lieu de l'être dans celles de savants et de statisticiens expérimentés, elle laisse l'économiste sans indications et sans renseignements. Il est donc à désirer que l'on crée des cours de statistique pour former un personnel spécial; que ces services si sérieux et si difficiles soient placés sous la direction d'hommes spéciaux, en dehors de toute hiérarchie officielle. En un mot, il est temps de songer à relever la science économique française au niveau de ce qui se fait partout en dehors de la France.

Cet ordre d'études peut seul fournir à ceux qui ont la mission d'administrer le pays un guide sûr, et leur permettre de protéger, en toute connaissance de cause, les droits de chacun, d'établir une réelle égalité, en respectant la justice et en servant les intérêts du pays avec impartialité. Ils apprendront à y connaître les lois fixes du monde social, qui ne leur permettront plus de s'abandonner à l'arbitraire et au caprice. C'est ainsi séulement que l'Administration française pourra devenir véritablement apte à participer, d'une manière efficace, au relèvement de notre chère patrie.

M. Marius FAGET,

Adjoint au Maire de Bordeaux.

Exposé de l'état de l'instruction publique à Bordeaux de 1870 à 1872

(Extrait.)

(Séance du 9 Septembre 1872.)

M. Marius Faget expose les résultats obtenus au point de vue de l'enseignement public dans la ville de Bordeaux, depuis la nouvelle organisation municipale 1870-72. Il commence par jeter un coup d'œil rétrospectif sur l'état de l'enseignement, à Bordeaux, depuis la loi de 1833. M. Faget établit que si l'enseignement primaire des garçons s'applique, à Bordeaux, à la presque universalité des enfants (100 ou 200 au plus n'y prennent pas part sur plus de 10,000), il n'en est pas de même de celui des filles. La loi de 1833, rappelle M. Faget, avait oublié qu'il y avait

des filles, et pendant bien longtemps les écoles n'ont été destinées qu'au quinzième ou au vingtième de la population féminine. Quoique cette situation soit aujourd'hui améliorée, elle laisse encore considérablement à désirer, et sur plus d'un million consacré, dans divers emprunts, à des créations d'enseignement, cent mille francs à peine ont été affectés pour les écoles de filles.

Une grande difficulté, dans ces derniers établissements, est en outre la division des élèves en catégories sociales, et le nom d'écoles des enfants pauvres devrait à jamais être rayé de notre vocabulaire. M. Faget a toutefois essayé d'obtenir pour les filles cette fusion des catégories à la fraternité, si faciles à obtenir pour les garçons; il signale l'exemple de l'école de la rue Nansouty, où, grâce à la distinction et aux qualités supérieures de la directrice, le niveau social des enfants s'est élevé très rapidement. A l'appui de cette théorie, l'orateur cite encore l'exemple de l'école protestante de filles, où l'égalité, la camaraderie existent malgré les différences de position.

C'est avec regret, fait remarquer M. Faget, que l'on voit trop souvent les parents abandonner complètement leurs enfants dès qu'ils vont à l'école; si le maître doit donner l'*instruction*, c'est aux parents à donner toujours l'*éducation,* et les parents ne devraient point se considérer comme satisfaits du jour où ils ont confié leurs enfants à un maître qu'ils ont choisi. La question des écoles religieuses, quelle que soit la communion à laquelle elles appartiennent, mériterait d'attirer l'attention, car elle peut être un obstacle à la fusion; mais à Bordeaux, heureusement, il n'y a rien de semblable.

En terminant, M. Faget sollicite l'appui de la Section au sujet d'une disposition légale dont il voudrait obtenir l'abolition, et qui lui semble à la fois un outrage à la morale et une entrave à l'enseignement des plus jeunes enfants.

C'est l'interdiction aux femmes d'élever ensemble des enfants des deux sexes, après l'âge de six ans; c'est ce mur qui doit séparer, dès cette époque, des enfants dont on suppose à tort la dépravation.

Le rôle des professeurs chargés de donner aux enfants les premiers éléments est très aride, très difficile, et, il faut le reconnaître, n'offre pas de compensations; les jeunes maîtres, quel que soit leur zèle, ne s'y livrent qu'avec peine; des femmes le rempliraient d'une manière beaucoup plus tendre, plus douce et plus patiente, et, en assurant ainsi à un plus grand nombre de femmes une situation honorable, on éviterait pour elles une honte et une déchéance qui ne sont malheureusement que trop fréquentes.

La Section s'associe pleinement aux sentiments élevés manifestés par M. Faget à cette occasion, et décide que l'expression de ce vœu sera transmis au Conseil.

M. de COSTEPLANE de CAMARÈS.

L'Afrique. — Voyage des cinq Nasamons d'Hérodote.

(Extrait.)

(Séance du 9 Septembre 1872).

Dans ce Mémoire, l'auteur s'attache principalement à examiner un travail publié par le général Faidherbe, dans la *Revue africaine,* sur le voyage des cinq Nasamons, travail dans lequel cet officier général a cru devoir donner à ces explorateurs la direction d'Augita à Tombouctou. M. de Costeplane suit à chaque station l'itinéraire tracé par le général Faidherbe, et établit les difficultés presque insurmontables qui devaient s'opposer, il y a 2600 ans, à un voyage de ce genre sur les territoires de Tombouctou et de Gago. De nombreux arguments, empruntés soit à des textes anciens, soit aux récits de voyageurs modernes, sont mis en œuvre par l'auteur pour établir la preuve des faits qu'il avance.

Nous reproduisons les conclusions de l'auteur.

CONCLUSIONS.

1° Les cinq voyageurs Nasamons n'ont pas suivi la route tracée par le général Faidherbe, dans son travail de la *Revue africaine,* 1868; ils ne sont pas arrivés sur le territoire de Tombouctou, mais ils ont suivi la ligne rapportée par Hérodote.

2° Le *Niger* est un bras du *Nil,* qui se divise et se subdivise en plusieurs endroits, mais surtout en traversant le plateau central sous terre, presque sous la ligne de l'équateur. Le *Nil-Blanc* est une fracture principale qui commence à se produire à l'accès des pointes du *Sennaar*, vers *Karthoum*, sur la lisière du désert de Nubie.

3° Il n'est pas certain que ce soit au *Tafilet,* dans les flancs du *Grand-Atlas,* que le *Niger* ou *Nil* prenne sa source. Les découvertes, les travaux publiés depuis quelque temps, en sens contraire, ne m'ont pas convaincu en ceci. Je suis encore pour Juba, pour Hérodote, pour les géographes anciens, pour certaines données nouvelles qui feront suite au présent article et formeront une étude des races et des points géographiques et hydrographiques douteux ou qui n'ont pas encore été signalés, appartenant à l'Afrique centrale et septentrionale.

4° Il est évident que la lettre adressée par M. Winwood-Reade au secrétaire général, et datée de *Sierra-Leone* (8 janvier 1870), de laquelle il résulte que le *Niger* se retrouve, par l'une de ses coupures, à une faible distance de *Falaba,* que même, d'après le major Laing, là serait sa source, a une grande importance. Toutefois, tout en constatant le passage d'un bras du *Djoliba* (*Niger* ou *Grand-Fleuve*), à peu de distance de *Sierra-Leone,* nous n'admettons pas que la source du *Niger* doive être

fixée, comme l'indique l'honorable M. Winwood, après le major Laing, à *Ganowa,* ou mont *Lama.*

5° Les peuples qui habitent l'Afrique centrale et septentrionale, depuis le golfe d'Aden, appartiennent aux premiers rameaux des races primitives. Ils ont donné le type *Chananéen,* le type *Celte, Basque* et *Breton,* le type *Gréco-Égyptien,* le type *Arabo-Kabyle,* le *Touang,* le *Gétule,* les *Foullahs,* etc., etc. Nous aurons occasion, dans le prochain travail, d'étudier cette question anthropologique.

6° Les communications entre le Sénégal et l'Algérie, par la ligne de Tombouctou, ont existé, comme elles existent encore entre le Maroc, toute la côte barbaresque, la haute, la basse Égypte, l'Abyssinie. Il faut encourager les voyageurs pour arriver au rétablissement des communications supprimées, faire des sacrifices pour obtenir des traités de commerce avec tous les peuples des pays qui sont à parcourir et arriver à obtenir leur entière confiance par les attaches du Maroc.

7° Izalquier avait dû faire le voyage de Gago; il devait connaître tous les pays qui environnent ce territoire jusqu'à la mer. Il faut tenir compte des relations de Léon l'Africain, quoiqu'il ne soit pas toujours irréprochable dans ses récits et citations.

8° Le général Faidherbe est dans le vrai lorsqu'il a en vue d'ouvrir la grande route du Sénégal, passant par Tombouctou et allant en Algérie.

M. Alfred PICHOU.

Carte vinicole annuaire du Bas-Languedoc et du Roussillon.

(Séance du 9 Septembre 1872.)

MESSIEURS,

La carte statistique que j'ai l'honneur de soumettre à votre appréciation, offre un intérêt particulier en ce qu'elle s'applique à la production agricole la plus importante du Midi de la France : les vins du Bas-Languedoc et du Roussillon.

En effet, cette riche contrée vinicole, qui comprend les départements de l'Aude, de l'Hérault, du Gard et des Pyrénées-Orientales, fournit chaque année au commerce près de *vingt millions* d'hectolitres de vin qui vont alimenter toutes les caves du monde.

Je ne m'étendrai pas, Messieurs, sur l'utilité de ce travail statistique, pour la science, pour le commerce et même pour la production.

Ces questions sont traitées chaque jour dans cette enceinte par les savants les plus compétents en pareille matière.

Mais j'offrirai d'associer mes modestes travaux aux leurs, pour arriver à réunir, dans la région que comprend cette carte, un ensemble de documents encore plus satisfaisants et plus complets que ceux qu'à grand'peine il m'a été possible d'obtenir jusqu'à présent.

Je vais seulement exposer en quelques mots ce qui a pu être fait, et ce que je me propose de faire pour concourir à l'œuvre commune.

La carte que je présente aujourd'hui à l'Association n'est en quelque sorte qu'un échantillon de l'ensemble du travail entrepris.

Elle ne fournit d'autres documents statistiques que les chiffres de production annuelle, chiffres qui devront être modifiés dans les éditions successives qui paraîtront chaque année quelques mois après la récolte.

Ces chiffres peuvent suffire, à la rigueur, pour renseigner les commerçants, car en dehors des trois grandes divisions établies *à priori*, vins du Roussillon, vins de montagne et vins de plaine, il n'existe pas, sauf quelques cas bien rares, de crûs proprement dits, susceptibles d'être classés symétriquement, comme cela a lieu ailleurs, dans la Gironde, par exemple.

Cependant, il est un moyen fort simple et presque toujours sûr de connaître, par les indications statistiques, la qualité du vin : c'est celui qui consiste à observer le rendement par hectare sur les divers points de la région, ce rendement étant presque toujours en raison inverse de la qualité. Aussi la prochaine édition de cette carte contiendra-t-elle un tableau indiquant, pour chaque canton, outre la production de la dernière récolte, la quantité d'hectares plantés en vignes et le rapport entre ces deux chiffres, c'est-à-dire le nombre d'hectolitres de vin récoltés par hectare.

La carte mise sous vos yeux, et qui s'étend entre Carcassonne, Montpellier et Perpignan, ne forme que la première feuille de la carte générale projetée.

J'espère faire paraître prochainement la seconde feuille, s'étendant de Cette à la vallée du Rhône.

Je me propose également de distinguer, par des teintes diverses, dans les futures éditions, les vignobles productifs et les zones ravagées par le phylloxera, terrible maladie qui a déjà causé d'immenses désastres, et dont le remède est si ardemment cherché.

On pourra ainsi suivre les progrès annuels de ce fléau, et peut-être en déduire les lois en vertu desquelles son envahissement se poursuit.

Plus tard, d'autres indications tant météorologiques que statistiques viendront prendre leur place sur cette carte, et cela avec d'autant plus d'à-propos que les dimensions du cadre et son orien-

tation permettent d'embrasser une portion de territoire qui par ses conditions de température et sa richesse de production se distingue complètement des régions environnantes.

M. SAUGEON,

Membre du Conseil général de la Gironde.

De l'Enseignement de la géographie.

(Extrait.)

(Séance du 9 Septembre 1872.)

M. Saugeon présente un résumé de la méthode mise par lui en usage pour apprendre la géographie d'une manière claire et en quelque sorte palpable aux jeunes enfants.

Employée d'abord dans l'institution qu'il a dirigée, cette méthode est, en outre, actuellement suivie dans plusieurs écoles de Bordeaux, et a été publiée, en 1869, sous le titre d'*Éléments de géographie rationnelle.* (Bordeaux, imp. de Lanefranque, 2 vol. in-12.)

Après être entré dans quelques détails sur les motifs qui l'ont amené à entrer dans la carrière de l'enseignement et à fonder une institution de jeunes filles, le savant professeur explique comment il a pu puiser directement des traditions de l'ancien enseignement du dix-huitième siècle, et comment, cherchant un moyen de développer l'intelligence des jeunes filles en frappant leur sens et en fournissant à leur imagination et à leur curiosité un aliment honnête, à un âge où elles n'ont encore ni sentiment, ni raisonnement, il a été amené à préférer à d'autres sciences l'étude de la géographie, qui lui a semblé plus propre à grouper autour d'elle d'autres connaissances utiles aux enfants, telles que les notions de physique, de météorologie, d'histoire naturelle et même d'histoire.

Le premier objet mis par M. Saugeon entre les mains des enfants est une sphère, et, après les avoir habitués à la manier, il leur explique successivement la nature des corps, solides, liquides et gazeux, à l'aide d'exemples palpables, puis la pesanteur et les premiers termes de géométrie, la ligne droite et la ligne courbe représentées par deux fils, l'un tendu et l'autre lâche; les parallèles, par la comparaison du plancher et du plafond; la ligne tournant autour d'un pivot devient une circonférence, la circonférence fixée sur un axe est l'image de la sphère. Des morceaux coloriés, fixés sur ce cercle métallique, font comprendre l'équateur, la latitude, la longitude et les zones. Après quelques explications sur les continents et les mers, M. Saugeon arrive à la description des pays, et, contrairement aux idées généralement admises, commence par l'Afrique, parce que la ligne équatoriale qu'elle renferme rend plus

facile à l'enfant son assimilation avec une partie de la sphère, qu'il distingue plus facilement que l'Europe.

Les principaux points physiques examinés par les enfants sur la carte, on arrive à la description sommaire des pays, de leurs productions, des animaux singuliers, de la température même.

Lorsque les enfants atteignent neuf ou dix ans, ces descriptions prennent plus d'étendue, et, afin de mieux les fixer dans leur esprit, on les leur présente sous la forme de petits voyages, et on ne tarde pas à leur mettre entre les mains des récits imprimés de grands voyages que, tour à tour, chacun vient expliquer et traduire au tableau sur la carte. En un an, avec deux leçons par semaine, les élèves savent la géographie, et on peut leur enseigner la géographie politique et commerciale.

M. P. FONCIN,

Professeur d'histoire et de géographie au Lycée de Bordeaux, membre de la Société de géographie.

Projets de canal maritime de l'Océan à la Méditerranée.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

I. — *Insuffisance et dépérissement des canaux actuels du Sud-Ouest.*

Le canal latéral à la Garonne, le canal du Languedoc, le canal des Étangs, le canal de Beaucaire, le canal d'Arles à Bouc et leurs dépendances mettent en communication l'Océan et la Méditerranée par une voie navigable de plus de 600 kilomètres. Ils ne sont accessibles qu'à de simples barques plates ; ils n'ont en effet en moyenne que 2 mètres de profondeur sur 10 mètres de largeur au plafond, et 20 mètres à la superficie.

Le tonnage des marchandises transportées sur ces canaux n'a cessé de décroître depuis l'établissement du chemin de fer ; la batellerie est réduite des trois quarts ; les services réguliers n'existent plus.

Les raisons de ce dépérissement sont de deux sortes :

1° La concurrence naturelle du chemin de fer, qui transporte les fardeaux et les voyageurs huit ou dix fois plus vite que le canal ;

L'insuffisance même du canal qui, du temps de Riquet, était une innovation hardie, mais ne se trouve plus en rapport avec les exigences du commerce contemporain.

De telles causes sont fatales, et l'on n'y peut rien changer.

2° Les tarifs élevés maintenus sur le canal par la *Compagnie des chemins de fer du Midi* qui en est devenue concessionnaire ou fermière (1).

On peut au contraire remédier à cet état de choses.

Le meilleur moyen serait d'obtenir de l'État le rachat du canal latéral, et de la *Compagnie du Midi*, comme des héritiers de Riquet, la résiliation du bail d'exploitation du canal de Languedoc (2). Les canaux du Sud-Ouest reprendraient ainsi leur vie normale ; ils pourraient abaisser leurs tarifs ; rendre tous les services que dans le Nord, en Belgique, en Angleterre, aux États-Unis, rendent des canaux analogues ; lutter enfin avec avantage contre le monopole actuel des voies ferrées méridionales, en transportant à bon marché les vins, les bois, la houille et autres marchandises lourdes ou encombrantes.

Si complète que redevînt alors l'activité du canal, il n'établirait nullement une communication directe entre les deux mers ; il ne serait toujours qu'une annexe de la route de terre ou du chemin de fer ; il ne supprimerait pas la perte de temps, les manutentions, les avaries qu'occasionneraient forcément à Bordeaux et à Cette ou ailleurs le transbordement des marchandises. Il ne serait toujours, en un mot, qu'un canal *fluvial,* d'après l'ancien système du seizième siècle, et non un canal *maritime,* d'après le type conçu au dix-neuvième.

Ainsi donc, affranchir les canaux du Sud-Ouest, c'est ne leur rendre qu'incomplètement leur ancienne prospérité. Pour les accommoder aux nécessités commerciales des temps nouveaux, il faut les transformer en un *grand canal maritime des deux mers.*

II. — *Divers projets de canal maritime.*

L'idée d'un canal maritime des deux mers n'est pas nouvelle. Riquet et Vauban y avaient songé (3).

De nos jours un assez grand nombre de projets ont été émis ou étudiés par diverses personnes. Voici l'indication de tous ceux que nous avons pu découvrir, ou dont on a bien voulu nous donner communication :

(1) Voir à ce sujet les discours de M. Peyrusse au Corps législatif en 1868 ; la brochure de M. P. Bellet ; les articles de M. Laliman dans la *Gironde* du 12 mai, 31 août et 26 novembre 1869 ; les statistiques officielles.

(2) En 1862, 35,000 pétitionnaires ; en 1863, 44,000 ; en 1864, 65,000 ; autant en 1865, ont réclamé, de tous les points du Midi, l'adoption de ces réformes.

(3) Voir *P. P. Riquet ;* Étude historique, par G. Guibal. Toulouse, 1866, p. 4.

1° Département de l'Aude.

Projet de M. Victor Coddérens, signalé par M. Metgé, et rappelé par M. Tédié dans le *Courrier de l'Aude* (1). — Il consiste à transformer le canal actuel en canal de grande navigation.

Projet de M. de Giral (2) — Le canal maritime irait de Bordeaux à Cette. Il coûterait 660 millions. La somme serait fournie par un syndicat des propriétaires riverains.

Projet de M. Courtejaire, président de la Société d'agriculture de Carcassonne, indiqué par lui dans un *Mémoire* publié en 1861 *avec cartes et plans* à l'appui (3). — Le canal projeté par M. Courtejaire part de La Franqui, sur la Méditerranée, franchit l'Aude, près de Carcassonne, le canal du Midi, près de Naurouse, puis le chemin de fer du Midi, évite les grands centres populeux et aboutit à la Garonne, près de son embouchure, au nord de Bordeaux. Il a 8 mètres de profondeur et 36 mètres à la ligne d'eau. Il est alimenté par l'Aude, le Tarn, la Garonne, etc. Ce n'est pas une étude technique.

Projet de M. Cornet-Peyrusse, président de la Société des arts et sciences de l'Aude, indiqué par lui dans un *Mémoire* manuscrit qui est entre nos mains (4). Il se rapproche du précédent. M. Cornet-Peyrusse insiste sur l'importance de La Franqui; il rappelle que dès le moyen âge il fut question d'y créer un grand port, et qu'en dernier lieu, en 1857, une Société fut fondée par des capitalistes du pays pour exécuter cette œuvre importante. Elle n'a pas été réalisée jusqu'à ce jour.

2° Département du Tarn.

Projet de M. Oulmières, ingénieur du service des eaux de la ville de Castres, mentionné par l'auteur même dans un article (5) du *Journal de Toulouse.* — L'auteur paraît avoir démontré que toutes les eaux de la Montagne-Noire pourraient être facilement amenées au canal, comme celles qui ont été recueillies par Riquet, à la prise d'Alzau, et dans les bassins de Lampy et de Saint-Fériol.

3° Département de la Haute-Garonne.

Projet de M. Thomassy, capitaine de frégate en retraite (rue de la

(1) Numéros de janvier et février 1867.

(2) *Idée sur le canal maritime de Bordeaux à Cette*, par M. de Giral, propriétaire au château d'Herbesante, br. in-4°. Toulouse, Boulevard Napoléon, 55, 1868.

(3) Ce Mémoire a été soumis, à cette époque, à l'examen de M. le Ministre des travaux publics. — Voyez aussi une lettre de M. Courtejaire, dans le *Journal de Toulouse,* du 23 février 1870.

(4) Nous le croyons encore inédit.

(5) Daté de Castres, le 21 septembre 1867.

Dalbade, 3, à Toulouse). Il a été développé par lui dans divers articles du *Messager de Toulouse* (1). — M. Thomassy demande la transformation pure et simple du canal actuel en canal de cabotage accessible aux navires de 300 tonneaux. Il voudrait que ce canal eût seulement 3m70 de profondeur et 12 et 28 mètres de largeur. Il affirme que 1,400,000 tonnes seraient assurées à cette voie de communication. Il s'appuie sur un grand nombre de considérations sérieusement étudiées.

Projet de M. de Crozaux-Bridier, de la Société archéologique de France, inspecteur d'assurances, à Toulouse. Il a été exposé dans un numéro du *Progrès libéral* (2). — Le canal projeté par M. de Crozaux-Bridier irait de La Franqui à Bordeaux. Il serait alimenté par les eaux de la partie nord de la Montagne-Noire et par celles de l'Ariége. Les frais pourraient être couverts par une souscription de 25 fr. par action, ouverte dans toute la France, sous la direction d'un Comité de patronage.

Projet de M. Mathieu, ingénieur à Toulouse. Il a été indiqué dans le *Messager de Toulouse*. Il est cité dans la brochure de M. P. Bellet (3). — Nous savons que depuis 1866 M. Mathieu a complété ses études, dressé des cartes et plans, et donné à son travail une grande extension (4).

Projet de M. Maguès, directeur des Canaux du Midi. Il est mentionné dans la brochure de M. P. Bellet (5). — L'auteur voudrait agrandir le canal actuel et le rendre accessible à des caboteurs de 600 tonneaux. Il estimerait la dépense à 104 millions. Depuis 1866, M. Maguès a donné de nouveaux développements à ce projet.

Projet de M. Tissinier (rue Croix-Baragnon, 7, à Toulouse). Il a été développé dans une brochure (6) publiée à Toulouse en 1870. — M. Tissinier propose Arcachon et Narbonne comme points extrêmes du canal maritime. Il prévoit une dépense de 320 millions. Ajoutons à ce propos qu'actuellement la ville de Narbonne est en instance auprès du Gouvernement pour obtenir la création d'un port de mer près de Gruissan. M. Thomé de Gamond a fait les études de cet important projet.

(1) Numéros des 2, 3, 4, 5, 16, 17, 19, 21 et 23 décembre 1869.

(2) De janvier 1870.

(3) Page 13.

(4) *Canal maritime du midi de la France, de La Franqui (Aude) à Toulouse, de Toulouse à Rochefort.* Paris, 1870; in-8° de 14 pages.

(5) Pages 23 et 24.

(6) *Canal maritime français*, sans nom d'auteur, in-8° de 30 pages, avec carte. — Toulouse, 1870.

4° Paris.

Projet de M. de Staal de Magnoncour, ancien pair de France (1). — L'auteur s'est attaché à mettre en lumière les avantages financiers de l'entreprise; il n'a pas formulé de projet technique proprement dit. Il indique cependant Bordeaux et Cette comme principaux points extrêmes du canal. Il parle aussi d'embranchements sur La Franqui et Marseille d'une part, Rochefort de l'autre. Il prévoit une dépense de 550 millions. Il propose une profondeur de 7 à 8 mètres, une largeur de 22 et 46 mètres, et 100 écluses longues de 100 mètres chacune. Il compte sur un tonnage de 14 millions.

Projet de M. Auguste du Peyrat, ingénieur (2). — Voici l'analyse succincte de cet important travail : Le canal actuel serait transformé en canal maritime. Il irait de Bordeaux à Cette ou à La Franqui. Il serait alimenté par la Garonne, le bassin de Saint-Fériol, l'Aude et au besoin l'Ariége. Les navires y seraient hâlés par des locomotives roulant sur des rails établis parallèlement au canal, d'après un système dû à M. J.-S. Russel et expérimenté par lui, sur les canaux d'Écosse, en 1834 et 1839 (3). La durée du trajet serait ainsi de trente heures seulement. La dépense serait au minimum de 600 millions. M. du Peyrat fit part de son projet au Congrès scientifique de Bordeaux, en 1861. Il exposa ses plans à Paris en 1867. Il habite aujourd'hui, croyons-nous, l'île de la Réunion (4).

Tels sont les divers projets de canal maritime des deux mers dont nous ayons eu connaissance.

III. — *Propagande pour l'établissement d'un canal maritime.*

Dans tout le Midi, l'établissement d'un canal des deux mers a été l'objet d'une propagande active, mais qui jusqu'ici n'a obéi à aucun centre commun de direction.

1° Département de l'Hérault.

Le Conseil général de l'Hérault, dans sa dernière session de l'année 1869, sous l'inspiration de M. Michel Chevalier, a émis le vœu « que le Gouvernement veuille bien faire étudier un projet de trans-

(1) Ce projet n'a pas été imprimé, à notre connaissance. Il est exposé partiellement dans divers Mémoires autographiés en 1869 et 1872, et distribués par l'auteur (rue Miroménil, 24, à Paris).

(2) *Canal maritime de jonction de l'Océan et de la Méditerranée*, par M. Aug. du Peyrat, ingénieur, etc.,in-8° de 32 pages. Paris, Hachette; Bordeaux, Lafargue, octobre 1861.

(3) L'expérience a été répétée à Compiègne en 1867, par M. Pilter.

(4) En dernier lieu, il dirigeait la Ferme-École de Beyrie, par Mugron (Landes).

» formation du canal du Midi, de manière à le rendre accessible, » comme celui de Suez, aux navires du plus fort tonnage (1). »

2° Département de l'Aude.

Les journaux de ce département, et notamment le *Courrier de l'Aude,* dans divers articles publiés par MM. Metgé, Fédié, Seguevesses (2), ont montré toute l'importance du canal maritime et insisté sur l'utilité qu'il y aurait à placer son embouchure à Narbonne ou à La Franqui. Il est rappelé dans un de ces articles, que les Anglais connaissent toute l'importance du mouillage de La Franqui, depuis la publication très remarquée d'un travail de l'ingénieur Hawkshaw à ce sujet (3).

3° Département de la Haute-Garonne.

Signalons, à Toulouse, les efforts de M. Théron de Montaugé auprès de la Société d'agriculture de la Haute-Garonne; — divers articles du *Messager de Toulouse* et de la *Gazette du Languedoc;* — l'importante brochure de M. Paul Bellet (4); — une pétition adressée au Sénat le 8 décembre 1869 par les soins de M. Bonnal rédacteur de la *Revue contemporaine,* du *Journal des économistes,* membre de la Société de géographie: — divers articles publiés par M. Bonnal aussi dans la *Revue de Toulouse* (5).

4° Département du Lot-et-Garonne.

Il a été également question à Agen du canal maritime dans un article du *Courrier Agenais* (6) et dans une conférence faite par M. Bonnal (7). La Société d'agriculture, sciences et arts de la même ville nous demandait à nous-même une conférence, en février 1870. Nos occupations ne nous permirent pas de nous rendre à son invitation.

5° Département de la Gironde.

En 1863 (8), M. Piétri, préfet de la Gironde, sachant combien l'établissement du canal des deux mers était dans les vœux de

(1) Voyez aussi les considérants remarquables de ce vœu dans la *Gironde* du 3 janv. 1870.
(2) Numéros de janvier 1868, janvier et février 1869.
(3) En 1866.
(4) Paul Bellet, *le Canal de Suez et le Canal du Midi.* Br. in-8°, 32 p. Paris, Toulouse, chez Gimet, 66, rue des Balances (1869).
(5) Numéros de décembre 1869 et janvier 1870.
(6) Du 6 février 1870.
(7) Le 12 mars 1870
(8) Le 25 mai.

la population, en promit formellement la construction, à propos des élections. M. Emile Pereire. candidat à la députation, répéta les mêmes promesses. En 1867, M. Ellies exposa au Conseil général toute l'importance du canal maritime. La presse locale la fit connaître au public à diverses reprises. Citons, entre autres, les articles de M. Ribadieu, dans la *Guienne,* de M. Divin, dans la *Gironde* et surtout de M. Laliman dans le même journal (1). M. Laliman, promoteur infatigable de l'œuvre, en a entretenu également plusieurs fois la Société d'agriculture de la Gironde, dont il est membre (2). Nous fîmes de notre côté, à Bordeaux, le 29 février 1870, une conférence publique sur les projets de canal maritime, dans l'amphithéâtre de la Faculté des sciences, et les journaux du pays en rendirent compte (3). Nous allâmes quelques jours après traiter la même question à Libourne. Une pétition couverte de plusieurs centaines de signatures fut adressée par nous au Sénat. Elle resta sans résultat. Quelques mois après, la guerre de Prusse éclata et le mouvement de propagande entrepris à Bordeaux, et qui commençait à s'étendre, fut tout à coup arrêté.

6° Paris.

Dans l'un de ses discours au Corps législatif, M. Jules Simon, à la fin de l'année 1869, parlait du projet de canal inter-océanique, dont l'exécution semblait prochaine.

En février 1870, M. Ernest Desjardins, en faisait part à la Société de géographie (4).

MM. les Députés du Midi s'occupaient activement de cette grande affaire. La guerre, à Paris comme à Bordeaux, vint brusquement tout ajourner.

Tel est le résumé, sans doute incomplet, des divers efforts tentés en faveur de la création d'un canal maritime de l'Océan à la Méditerranée.

IV. — *Utilité du canal maritime.*

Elle est de plusieurs sortes :

1° *Militaire.* Le canal permettrait à nos flottes de se rendre d'une mer dans l'autre sans passer sous le canon de Gibraltar et par le plus court chemin possible.

(1) Numéros du 12 mai, 31 août, 17, 39 septembre et 26 novembre 1869.

(2) Séances des 3 avril 1867 et 12 janvier 1870.

(3) Notamment la *Gironde,* la *Guienne,* la *Province,* le *Journal de Bordeaux* du 1er et du 2 février 1870. Citons aussi des articles du *Bordelais,* rédigé par MM. Lallemand et de Lorbac.

(4) Voir *Bulletin de la Société de géographie,* juin 1870.

2° *Maritime*. Il ajouterait à la France un millier de kilomètres de côtes (1), accroîtrait sa marine, le nombre de ses matelots, faciliterait l'établissement de chantiers de construction dans le voisinage des forêts des Pyrénées.

3° *Agricole*. Il ouvrirait des débouchés nouveaux et faciles aux produits du Midi, apporterait aux agriculteurs diverses matières, telles que les engrais exotiques, qu'ils se procurent difficilement. Le surplus des eaux serait employé en irrigations. Les retenues d'eaux, digues et réservoirs établis dans les montagnes rendraient les inondations moins fréquentes et moins désastreuses.

4° *Industrielle*. Les chutes d'eau des *rigoles* d'alimentation pourraient servir à des usines; le canal fournirait à l'industrie méridionale les matières premières qui lui font défaut, et favoriserait en même temps l'écoulement des produits manufacturés de la région.

5° *Commerciale*. C'est la plus frappante de toutes. Elle peut se résumer ainsi :

Suppression de tous transbordements et manipulations de marchandises, donc diminution des avaries, des frais de transport et d'assurances (2). — Économie de temps, par conséquent de salaires et de fret, comme de charbon pour les vapeurs. (L'économie de temps serait de près d'un mois pour les bateaux à voiles, et de plusieurs jours pour les bateaux à vapeur.) — Diminution des chances de naufrage, puisque les navires éviteraient le passage dangereux de Gibraltar (3), et ne courraient aucun risque sérieux pendant la traversée du canal.

Les pays dont les marines seraient intéressées à suivre la voie du canal sont :

A. *Pour aller de l'Océan dans la Méditerranée,* tous les départements français voisins de l'Océan, les Iles Britanniques, la Belgique, la Hollande, les États Scandinaves, l'Allemagne et la Russie, en Europe; les États-Unis au moins et le Canada, en Amérique.

B. *Pour aller de la Méditerranée dans l'Océan,* tous les départements français voisins de la Méditerranée, l'Italie, l'Autriche, la Turquie, la Russie, l'Égypte, Tripoli, Tunis et l'Algérie.

C. *Pour aller de l'Océan atlantique dans l'Inde,* viâ *Suez,* et *vice versâ,* tous les pays riverains des mers de l'Inde d'une part; de l'autre tous

(1) 500 d'un côté, 500 de l'autre.

(2) Voir à ce sujet un article de M. P. Talabot, dans la *Revue des Deux-Mondes,* du 1er mai 1855.

(3) Les navires à voiles se rendant de la Méditerranée dans l'Océan sont quelquefois forcés d'attendre un mois à Gibraltar que le vent contraire ait cessé. Ce fait est connu de tous les capitaines.

les pays du nord de l'Europe, et, en Amérique, les États-Unis et le Canada.

Pour Bordeaux, en particulier, la création du canal maritime est presque une nécessité commerciale. Situé à 96 kilomètres de la mer, ce port, dont les passes s'ensablent peu à peu (1), voit s'éloigner progressivement de ses quais les gros navires. Il deviendra, au contraire, le port le plus favorisé de l'Océan, le jour où le canal sera ouvert. De même, le port qui se trouvera à l'embouchure orientale du canal sera le port le plus favorisé de la Méditerranée.

On voit par ce résumé rapide que l'utilité du canal est incontestable.

V. — *De la Possibilité du canal maritime.*

Le canal tant de fois projeté est-il possible? Un ingénieur, après des études longues et minutieuses, pourrait seul répondre à une telle question. Nous n'en dirons que quelques mots.

Matériellement, ce canal paraît possible, puisque des canaux analogues, le canal d'Amsterdam (2), celui de Calédonie, celui de Gothie, le canal Érié, le canal de Suez, le canal impérial de Chine (3), le plus étonnant de tous, ont été exécutés. On objecte la difficulté de l'alimenter. Mais il y a de l'eau dans les Cévennes, les Corbières, les Pyrénées, et si l'on emmagasinait seulement les pluies diluviennes qui se changent en torrents et ravagent chaque année les vallées du Languedoc, on n'aurait pas besoin de recourir aux sources ou aux rivières. Quant aux travaux d'art, notre siècle en a accompli de tels qu'on ne saurait, en vérité, déclarer à l'avance insurmontables les obstacles que rencontrerait le canal des deux mers. Le percement du Mont-Cenis et le chemin de fer du Pacifique sont des précédents de nature à nous inspirer quelque confiance et quelque espoir (4).

Financièrement, le canal paraît plus possible encore. Nous ne comptons plus aujourd'hui par millions, mais par milliards, et les estimations les plus élevées pour l'établissement du canal maritime n'ont pas dépassé 600 ou 700 millions. Le péage établi sur le trajet d'une mer à l'autre fournirait d'ailleurs d'importants revenus (5) aux

(1) Voyez à ce sujet les études publiées par M. Delcussot dans la *Gironde* de 1869, et dans ce volume le travail de M. Delfortrie, p. 490.

(2) Sur le point d'être achevé.

(3) Long de 2,000 kilomètres, avec 5 mètres de profondeur et 60 à 80 mètres de largeur.

(4) N'a-t-on pas proposé une œuvre plus difficile encore? L'union de la mer du Nord et de la Méditerranée, par un canal de grande navigation. (*Revue marit. et colon.*, juillet et août 1870.)

(5) L'Angleterre seule envoie 3,600,000 tonnes dans la Méditerranée, et 30,000 navires doublent par an le détroit de Gibraltar.

capitalistes, quels qu'ils fussent, qui entreprendraient ce grand travail d'utilité publique.

Concluons. — Le canal actuel est insuffisant et dépérit rapidement. L'idée d'établir un canal maritime et de compléter ainsi avantageusement l'œuvre de Riquet a été émise à plusieurs reprises par diverses personnes, et plusieurs fois par des hommes compétents; elle fixe de plus en plus l'attention publique, surtout dans le Midi de la France. Le canal projeté aurait une utilité incontestable au point de vue militaire, comme pour l'agriculture, l'industrie et le commerce; il n'intéresse pas seulement la France, mais tous les peuples civilisés; il est le complément naturel du percement de l'isthme de Suez. Il ne semble pas impossible matériellement; financièrement, il paraît exécutable. Nous demandons qu'une Commission d'ingénieurs, répondant à l'appel de l'Association pour l'avancement des sciences, veuille bien enfin étudier la question technique de ce projet, afin d'éclairer absolument et complètement l'opinion de tous. Si la science déclare que le canal des Deux-Mers n'est pas une utopie irréalisable, il sera digne de la France d'affirmer son énergie impérissable en l'exécutant, comme son génie sociable en ouvrant à travers son territoire un large chemin à toutes les nations. Tout ce qui tend à rapprocher les hommes les uns des autres est une œuvre de paix, de progrès et de civilisation.

M. F. PERRIER,

Capitaine d'état-major, ancien élève de l'École polytechnique.

De la Méridienne de France.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

Ce travail a été lu à la séance générale du 11 septembre 1872 (1).

(1) Voir aux Séances générales, p. 101.

M. Paul DUPUY,

Professeur à l'École de médecine de Bordeaux.

La Liberté politique et la Liberté individuelle.

(Séance du 11 Septembre 1872.)

« La Révolution n'est qu'une grande expérience manquée, une religion qui tombe pour le peuple... une banqueroute pour tous (1). » C'est ainsi que s'exprimait, naguères, dans un pittoresque et passionné langage, E. Montégut, l'un des publicistes distingués de notre époque.

Je ne crois point, pour ma part, à une banqueroute définitive, et j'admettrai plutôt, pour continuer l'image, une suspension provisoire de paiement. Mais, quelles que soient les destinées que l'avenir nous réserve, il n'en est pas moins certain que nous sommes en présence d'une situation singulièrement difficile et équivoque pour cette grande chose qu'on appelle la Révolution française. On a pu, en effet, sans trop d'exagération, l'accuser de démentir un programme, qui, après avoir séduit nos pères par les idéales et brillantes perspectives de liberté, de droit et de justice, à part certains avantages chèrement achetés, ne leur a valu que la tyrannie, le sang et les ruines; nous léguant, par surcroît, le triste héritage d'une foi éteinte, du vide dans les âmes qu'énerve et flétrit le doute, car avec l'illusion s'est évanouie l'espérance.

La société française a subi les plus cruels orages. Après avoir proclamé la souveraineté de la raison, elle est devenue la proie des utopistes qui ont déchaîné les passions, des despotes qui ont réprimé brutalement ses aspirations les plus légitimes. C'est ainsi qu'on la voit osciller sans cesse, de la servitude à l'anarchie, incertaine de sa voie et incapable de la tracer. Des aventures toujours renaissantes, les lois sans autorité, le désordre dans les esprits qu'aucun lien moral n'unit dans une pensée commune, la prévision ou tout au moins la crainte de catastrophes nouvelles, menaçant à la fois l'existence de la société et celle de la patrie : tel est le tableau qui s'offre à nos regards, et nous émeut douloureusement, comme hommes et comme citoyens.

Un grand problème historique s'impose à notre étude. Quelles sont les causes cachées de l'état présent des choses? Comment l'austère

(1) *Revue des Deux-Mondes,* 15 août, 15 novembre 1871.

raison a-t-elle pu nous conduire à tant d'insignes folies? Comment la liberté est-elle devenue licence, et le droit oppression et injustice?

La réponse aux questions qui précèdent est l'objet de cet essai sur la liberté considérée dans son double caractère (1).

Qu'est-ce que la vérité? disait un gouverneur romain, tristement célèbre et fort peu soucieux, d'ailleurs, d'obtenir une réponse à cette grave question. Qu'est-ce que la liberté? dit également, de nos jours, le scepticisme politique, refusant de vous entendre ou ne vous accordant qu'une attention distraite.

La liberté est individuelle ou générale, c'est-à-dire politique.

La liberté individuelle, telle que je la comprends, est l'évolution normale du droit naturel envisagé dans ses termes fondamentaux, savoir : la pensée, la conscience, l'activité extérieure, ayant trait à la jouissance du temps et de l'espace, et impliquant, avec la propriété personnelle, la pleine émancipation du travail. Ces conditions remplies assurent la sécurité de la personne, qui les exige rigoureusement et n'existe pas sans elles.

Mais cette sécurité, cette liberté que certains auteurs identifient l'une avec l'autre (2), réclament des garanties extrinsèques. Et tel est le rôle que doit remplir la liberté générale ou politique, fondée sur la représentation qui donne à chaque citoyen sa part d'influence dans les affaires du pays. Ce dernier arrive ainsi au gouvernement de soi-même, à l'autonomie, pour me servir du langage de Kant.

La définition que j'ai donnée de la liberté individuelle est évidemment un idéal à réaliser plutôt qu'une vérité d'expérience. Je pars du principe, que je considère comme fondamental, de l'autonomie de la personne humaine. La pierre angulaire de l'édifice social est en nous, le critérium de nos actes appartient à nos facultés, et le but à atteindre ne saurait être que l'épanouissement progressif et spontané de notre nature, sous la règle suprême des lois de la raison, cette lumière intérieure qui éclaire tout homme venant au monde.

La France possède sans doute l'autonomie politique, le gouvernement du pays par le pays, en d'autres termes la liberté générale. Mais l'autonomie de la personne humaine est loin d'être une réalité pratique. La pensée n'est pas toujours libre dans ses allures, la conscience n'est pas pleinement affranchie, et le travail ne jouit point d'une complète indépendance.

(1) Le dernier ouvrage de M. Paul Janet : *Histoire de la science politique*, etc., m'a fourni de nombreux matériaux pour ma rédaction.

(2) Jean Bodin et H. Passy. Voir pour celui-ci : ***des Formes de gouvernement et des Lois qui les régissent***, p. 75.

En effet, il n'y a pour les écarts de la pensée qu'un correctif raisonnable : la répression. Or, la prévention, bien qu'atténuée, existe toujours. La répression elle-même devrait se borner aux cas dans lesquels la parole occasionnerait un préjudice à la sécurité individuelle ou collective, et, à cet égard, il n'y a point de distinction à établir entre le langage et l'écriture (1). La prévention pratiquée, à l'égard de la presse, se retrouve encore en matière d'enseignement, et là elle s'enveloppe sous le manteau d'un monopole, incomplet à cette heure, mais qui s'étendait jadis de l'instruction primaire à l'instruction supérieure.

C'est aussi de la prévention pour la liberté religieuse que le régime des Églises nationales qui a pour but manifeste, en subordonnant la conscience au pouvoir politique, d'en réprimer l'essor aux limites voulues par ce dernier. Il y a de plus, ici, une injustice dans ce monopole étrange d'un État qui se prononce en faveur de trois ou quatre orthodoxies, et déclare la porte close à toute tentative nouvelle de la pensée religieuse. Il est douteux que le christianisme lui-même eût réussi à se faire jour à travers les mailles de l'inextricable réseau dont la bureaucratie enserre toute initiative privée.

Enfin la liberté extérieure de la personne laisse encore beaucoup à désirer. La prison préventive, châtiment anticipé de délits ou de crimes, parfois imaginaires, et alors châtiment inique et sans réparations, ne devrait être qu'une mesure extrême, à laquelle on ne devrait avoir recours que le plus rarement possible. Or, en France, on vit encore sous l'empire moral d'une législation atroce, inspirée par l'Inquisition. Tout accusé est un coupable dont il faut obtenir l'aveu à tout prix, et dans ce but : « on livre sans réserve l'accusé à l'accusateur, on le séquestre de la société des hommes, le privant de toute assistance légale, l'obligeant à devenir un témoin contre lui-même, et faisant de son trouble, de sa solitude, de son découragement, autant de moyens d'information (2). » C'est là une pression des plus regrettables et qui rappelle la torture qu'elle remplace. Quant à la liberté du travail, elle existe certainement dans nos codes; mais, d'une part, l'État exerce divers monopoles, et, d'autre part, il favorise certaines industries, sous le prétexte de travail national. Le commerce de l'argent entre autres n'a pu être affranchi de ses antiques

(1) « On peut se servir de la presse, comme de tout autre moyen, pour commettre certains délits, tels que : calomnier les citoyens, outrager les magistrats, faire appel à la révolte. Ces délits, punissables de leur nature, ne deviennent pas innocents pour être commis par la voie de la presse; ils en contractent, au contraire, une gravité plus grande. » (Barni, *de la Morale dans la démocratie*, p. 163.)

(2) Prévost-Paradol, *la France nouvelle*, p. 183.

entraves, et s'il offre pour le crédit des facilités suffisantes à la grande industrie, il est loin d'en être de même pour la petite. Alors celle-ci, manquant du capital, instrument indispensable de tout travail, rêve la gratuité du crédit et veut faire de l'État le banquier du prolétaire. On arrive ainsi à mettre au passif d'une concurrence illimitée, purement fictive, un état de choses pénible, difficile à bien des égards, et qui, s'il n'est point une gêne pour tous, est au moins une souffrance pour un grand nombre.

La liberté individuelle, ou l'autonomie de la personne humaine, est donc un idéal à atteindre et qui est encore bien loin de sa complète réalisation. Le retard que nous éprouvons à prendre l'entière possession de nous-même, tient à des causes multiples qu'il s'agit d'analyser et de mettre en lumière. Dans ce but je vais demander à l'histoire la part qui a été faite à la pensée, à la conscience, à la propriété.

Temps antiques.

L'autonomie est le règne de la raison; c'est le sceptre donné à la faculté maîtresse, dont le légitime empire se fonde en s'affirmant.

Mais s'il en est ainsi, n'est-il pas de pleine évidence que la raison est, de toutes les facultés de l'esprit, la dernière à naître pour l'individu comme pour les masses? La société qui est un besoin de nature, quoi qu'en dise Rousseau, a dû en se constituant, à l'origine, reposer snr d'autres données, par exemple l'autorité du père de famille d'abord, du chef de clan ensuite. Et de là, tantôt le gouvernement des anciens, comme plus expérimentés, plus sages et meilleurs : d'où l'aristocratie; tantôt le gouvernement d'un seul, surtout en temps de guerre, gouvernement tempéré d'ordinaire par le pouvoir coexistant des chefs de famille. Dans tous les cas hétéronomie, puisque, prise dans sa généralité, la personne humaine subit des lois imposées, souvent traditionnelles, et accepte d'autres autorités que la sienne propre. Cette autorité représentera la religion de la famille, la force, la richesse, la sagesse; elle représentera tout excepté le gouvernement de l'individu par lui-même : l'autonomie.

Dans le monde gréco-romain, d'où nous procédons surtout, la société a eu pour fondement la religion qui a organisé la famille, la curie ou phratrie, la tribu et enfin la cité qui paraît, à certains égards, n'être que la famille agrandie (1). Ainsi constituée, l'antiquité n'a pu voir dans la liberté de conscience qu'un sacrilège et un crime contre la patrie, car celle-ci exprime à la fois le culte des divinités

(1) Voir le très remarquable ouvrage de M. Fustel de Coulanges sur la *Cité antique*, qui m'a beaucoup servi dans cette partie de mon travail.

communes et le culte des tombeaux. Socrate est mort pour avoir rompu avec la tradition.

Cet exemple nous prouve ce qu'était la liberté de la pensée dans l'ordre religieux. En matière d'enseignement on réprima, quand il y eut lieu, l'action individuelle, et l'instruction fut donnée au nom de l'État, à Athènes comme à Sparte. La propriété eut, à son origine, un caractère impersonnel et fut, dans la plupart de ses expressions, éminemment collective; puis, après un premier degré de concentration, elle devint pour le père de famille une simple jouissance (1). Inaliénable alors, elle appartenait en réalité aux tombeaux des aïeux. Plus tard, lorsque la cité a été fondée, la propriété prend un caractère plus personnel, puisqu'elle peut être léguée et vendue; mais l'État, devenu tout-puissant, s'arroge désormais le droit de confiscation. Qu'étaient, d'ailleurs, les garanties de l'individu que le soupçon seul ou l'envie suffisait à faire frapper d'ostracisme? Le citoyen, en présence du pouvoir civil et religieux indissolublement unis, n'était qu'un fidèle en présence des organes de sa foi. Il n'avait donc que des devoirs. Puis, à une époque ultérieure, lorsque la religion eut généralement perdu son empire, le droit absolu de l'État n'en persista pas moins.

Les sentiments d'humanité ont fait manifestement défaut, pendant une période importante de l'antiquité gréco-romaine, sous ce rapport inférieure à l'Orient. Le même mot dans la langue latine, *hostis,* désignait à la fois l'étranger et l'ennemi. En effet, l'étranger avait d'autres dieux, un autre culte, et chacun voyait là des rivaux et des adversaires pour ses propres divinités. Toute guerre prenait ainsi un caractère religieux, fanatique, c'est-à-dire atroce, à moins qu'on ne trouvât son avantage à conserver la vie aux vaincus. Telle fut l'origine de l'institution de l'esclavage, qui devint le principal instrument de travail et comme le fondement même de la société. Dans de telles conditions, quel pouvait être le sort des infortunés réduits en servitude? Les gladiateurs du cirque et les esclaves qui servaient à engraisser les murènes de leur maître, seront une suffisante réponse.

De l'examen comparatif de la situation des hommes libres et de ceux qui ne l'étaient point, je crois pouvoir conclure que l'antiquité a complètement méconnu le droit naturel, et l'a même outrageusement violé. Il ne saurait être question pour elle de l'autonomie de la personne humaine. En principe la liberté individuelle n'existait point.

(1) Les très intéressantes recherches de M. de Laveleye sur la propriété primitive (*Revue des Deux-Mondes,* 1872-1873) prouvent qu'elle a été commune d'abord, au moins pour la possession du sol, et qu'elle l'est encore chez certains peuples.

La liberté politique a néanmoins existé dans le monde gréco-romain, mais elle n'a jamais été qu'un privilége à l'usage d'un nombre d'hommes plus ou moins considérable, suivant les cités. Ces hommes eux-mêmes, divisés d'intérêt, se distinguaient en aristocratie et en démocratie, c'est-à-dire en riches et en pauvres. Dans la plupart des villes de la Grèce, les dissensions intestines, l'exil, les confiscations en masse, les guerres d'extermination, la tyrannie furent les fruits amers de cette liberté politique dont le véritable rôle est la garantie de droits naturels alors universellement ignorés. Le moyen avait été pris pour la fin et l'a été bien souvent de nos jours.

L'antiquité nous offre donc la subordination complète de la personne morale à la cité, puis à l'empereur, lorsque l'Occident, par une décadence d'ailleurs nécessaire, étant données les conquêtes de Rome, fut descendu en politique au niveau de la civilisation orientale. La loi, divine à l'origine, alors que les légistes et les prêtres ne faisaient qu'un, possède encore son caractère absolu lorsque les croyances se sont affaiblies ou même éteintes. L'État politique, conservant les apparences d'une foi morte ou mourante, bénéficia ainsi, soit comme cité, soit comme tyran, soit comme césar, des traditions évanouies. Le droit, qui n'était point fondé sur le contrat, jadis, mais sur la religion, n'a plus d'autre source que la volonté populaire d'abord, puis celle d'un seul homme. « Le bon plaisir du prince, voilà la loi ! » disait Ulpien (1).

Platon, l'un des plus remarquables écrivains de l'antiquité, métaphysicien doublé d'un poète, qui a su donner à une pensée puissante et profonde toutes les grâces et toutes les séductions du style, s'est laissé inspirer, dans sa *République,* du milieu social au sein duquel il vivait, et dont il nous a donné comme une résultante idéale. Partant de ce principe que l'État est une personne, une unité vivante, il arrive à l'anéantissement et à l'esclavage de l'individu par la suppression radicale de la propriété et de la famille. L'éducation appartient exclusivement au pouvoir politique. Celui-ci a pour but la vertu, et doit, pour en assurer le règne, soumettre à une censure préalable les œuvres des poètes et des musiciens, lesquels, au dire du philosophe, ont un très grand rôle à jouer dans l'éducation.

Platon a formulé, d'une manière complète et logique, la pensée qui découle des institutions de l'antiquité (2). Mais l'antiquité, qui a

(1) Cité par M. Paul Janet, *Inst.,* liv. I, t. III, § 6.

(2) Cette pensée, relativement à la propriété individuelle, se trouve, comme l'établit M. Paul Janet, dans une tradition ininterrompue où figurent des Pères de l'Église. A une

perdu l'usage des droits politiques pour avoir méconnu et violé le droit naturel, ne nous offre-t-elle point, cependant, quelques exceptions à cet égard? La justice, qui, pour un Thémistocle et un Agésilas, n'est que l'obéissance aux lois de la patrie et se confondait avec le patriotisme, ne s'était-elle point révélée, sous son vrai caractère, à la grande âme d'Aristide? Sophocle ne nous montre-t-il point Antigone se défendant d'avoir violé les décrets de Créon, en invoquant les lois non écrites? Socrate, enfin, subordonne les lois de la cité à des lois supérieures, et non écrites, qui émanent, non du caprice d'un peuple, mais de la volonté des Dieux. Cette justice d'en haut le conduisit à reconnaître l'égalité morale de l'homme et de la femme, et la dignité qui s'attache au travail manuel. Elle lui inspira enfin, dans son *Apologie,* ces belles paroles qui inaugurent une révolution morale : « Athéniens! je vous honore et vous aime ; mais j'obéirai à Dieu plutôt qu'à vous. » Relever la conscience du joug de l'État, tel fut son rôle, et il n'y en a pas de plus beau dans l'antiquité (1).

Aristote a été loin d'avoir une intuition claire et adéquate de la justice, mais il en a eu un sentiment vif bien que borné. Pour lui, elle est la réunion de toutes les vertus; c'est la vertu dans son rapport à autrui; on peut la définir le bien d'autrui. Elle repose sur l'égalité et se subdivise en justice distributive et en justice corrective ou compensative. Aristote distingue également la justice écrite de l'équité, qui est la justice parfaite ; il déclare que le droit ou le juste est la règle et le but de l'association politique, et que la liberté consiste à vivre pour soi et non pour un autre.

Après la protestation brutale de l'école cynique contre la prépondérance absolue de l'État, le stoïcisme, en admettant le principe d'une liberté intérieure, d'une force qui se suffit à elle-même, se trouvait naturellement conduit à séparer l'homme du citoyen ; car l'esclave peut être un homme et le citoyen être indigne de ce titre. D'ailleurs, pour le stoïcisme, il y avait unité dans la nature, dans le genre humain qui procède de la raison universelle et divine : d'où la fraternité des hommes entre eux et la condamnation de l'esclavage (2).

époque plus récente on peut citer : Hobbes, Bossuet, Louis XIV, Fénelon, Montesquieu, Rousseau et surtout Morelly et l'abbé Mably. « La vraie source, la source directe des idées de l'abbé Mably, et, par conséquent du communisme moderne, dit M. Paul Janet, a été Platon. Les écrits de Mably sont pleins des souvenirs de la *République* et des *Lois* : ce n'est pas seulement une influence lointaine et vague, c'est une influence consciente et acceptée et une véritable imitation. » *(Histoire de la science politique dans ses rapports avec la morale,* t. II, p. 702.) Bastiat a également insisté avec beaucoup de force sur l'origine antique du socialisme contemporain.

(1) Paul Janet, *op. cit.,* t. Ier, p. 102.

(2) Justice et charité, telle fut la belle devise du stoïcisme, comme le démontre Denis dans son ouvrage : *Histoire des théories et des idées morales dans l'antiquité.*

S'inspirant du stoïcisme, Cicéron donne une véritable théorie du droit, qu'il fait émaner de la raison divine manifestée dans la nature. Ce droit, qui ne relève ni des institutions ni des lois des peuples, est ce que nous appelons maintenant le droit naturel. Sous l'influence prolongée du stoïcisme, il fut introduit par les jurisconsultes de l'époque impériale dans la législation. Toute cette doctrine était sans doute d'une application très insuffisante, mais l'idée générale survivait.

Après l'influence purement philosophique, il faut accorder sa part à l'influence religieuse, qui fut une nouvelle revendication de la conscience contre la tyrannie de l'État. Comme couronnement du judaïsme, qui faisait une part réelle aux idées de justice, d'amour, de fraternité, on voit se produire un organisme nouveau, plein de sève, d'originalité et de puissance. J'ai nommé le christianisme.

Celui-ci a, comme principe fondamental, l'amour de Dieu pour les hommes, qui vient déborder, de toutes parts, cette justice étroite et malsaine (au moins en dehors du stoïcisme) qui était compatible avec l'esclavage et les abominations qu'il entraînait à sa suite. L'amour de Dieu est celui d'un père pour ses enfants, et ne peut être qu'infini ; celui des hommes n'a d'autre mesure que leur capacité d'aimer, et il doit s'appliquer à Dieu et à nos semblables, c'est-à-dire à nos frères. Tous les hommes, même les étrangers, même les esclaves sont, en effet, nos frères, et nous sommes tous les membres d'un même corps : Jésus-Christ. En lui nous ne sommes qu'un. Le Christ bannit à tout jamais la confusion de la société civile et de la société religieuse, cette immense erreur de l'antiquité, lorsqu'il dit de rendre à César ce qui est à César, et à Dieu ce qui est à Dieu. Celui-ci, ou la conscience qu'il prend pour organe, a donc un droit absolu, possède une sphère propre d'activité que César ou l'État ne peut, ni ne doit envahir. Aussi voit-on les apôtres déclarer, comme l'avait fait jadis Socrate, qu'ils obéiront à Dieu plutôt qu'aux hommes. Tout le développement du christianisme, jusqu'à l'heure où il prit la place de l'ancien culte, ne fut qu'une longue insurrection morale, où la patience à toute épreuve se mariait à l'énergie, contre l'ancienne confusion dont avait vécu le monde gréco-romain ; dont vivait encore ou paraissait vivre la civilisation impériale, savoir l'identité établie entre le citoyen et le croyant. Cette distinction ne fut pas, hélas ! de longue durée, et l'on vit s'établir une véritable synthèse entre la religion triomphante et le culte vaincu. La fameuse loi historique de Hégel n'est qu'une généralisation de l'expérience.

Toutefois, le christianisme conserva l'amour, son principe et sa raison d'être. La fraternité, l'égalité profonde et originelle de tous

les hommes devant Dieu, bien que démentis par l'ensemble des institutions qui succédèrent à la chute de l'empire romain, ne disparurent point de l'enseignement de l'Église. Telle est la part que la doctrine chrétienne fit au droit naturel ; mais, comme elle a toujours eu en vue le royaume de Dieu et la patrie céleste, elle ne s'est jamais préoccupée de la liberté générale ou droit politique. Sauf les réserves relatives à la conscience, et qu'il n'indique point d'ailleurs, saint Paul conseille même l'obéissance passive aux puissances établies.

Je viens d'établir le bilan de la société antique sur les questions capitales de la liberté individuelle et de la liberté politique. La première ne fut qu'une théorie à l'usage de quelques philosophes jusqu'à l'avénement du christianisme, et ce dernier mit surtout en relief les droits de la conscience et la fraternité humaine. Mais tout cela, au bout de quelques siècles, semblait devenu une lettre morte.

Quant à la liberté politique, l'antiquité gréco-romaine l'a connue, sous la forme odieuse du privilége, puis l'a perdue. A cet égard, comme pour le droit naturel incomplètement aperçu et mal déterminé, l'humanité eut à subir une marche rétrograde.

De l'ensemble de ces considérations, je me crois autorisé à conclure que l'antiquité ne s'est point élevée au-dessus de l'hétéronomie. L'autonomie n'eût été réalisée que dans l'union de la liberté politique et de la liberté individuelle.

Moyen Age.

Après l'organisation primitive de la conquête barbare, nous voyons surgir de nouveau la tradition impériale du césarisme, qui se manifeste dans la personne de Charlemagne, avec les tempéraments de liberté politique inhérents aux mœurs des Germains. Ceux-ci possédaient, en effet, pour les hommes libres, des assemblées générales et annuelles, dites *champ de mars* d'abord, et *champ de mai* ensuite, qui furent transformées en réunions consultatives par le grand empereur. Mais le capitulaire de Kiersi (877), par lequel Charles le Chauve reconnut l'hérédité des offices et des bénéfices, amena, avec le triomphe de la féodalité, c'est-à-dire du fractionnement du pouvoir politique, l'extinction des assemblées générales.

Toutefois, l'excès de l'anarchie, à une époque où triompha plus que jamais la force brutale, produisit le mouvement d'émancipation des communes, mouvement favorisé par la royauté renaissante, qui inaugurait sa politique d'antagonisme entre les éléments sociaux. Quand Philippe le Bel rétablit les grandes assemblées, sous le nom

d'États généraux (1), il appela les représentants des communes à y figurer. Sous Charles VII, le souverain se fit concéder la faculté d'imposer des tailles à son plaisir, « et à ceci consentirent les seigneurs de France, pour certaines pensions, » dit Commines, qui ajoute : « Le roy chargea fort son âme et celle de ses successeurs, mit une cruelle plaie en son royaume, qui longtemps saignera. » C'était effectivement la fin de toute liberté politique sérieuse, car, même en plein moyen âge, les divers pouvoirs féodaux n'élevaient jamais le montant des subsides avant d'avoir obtenu le consentement des hommes libres. Comme le dit M. H. Passy : « Au fond, les États généraux, paralysés par l'antagonisme de leurs éléments, qu'entretenait la royauté, ne formèrent plus qu'un grand Conseil, consulté de loin en loin dans les circonstances extraordinaires (2). »

Voilà ce qu'était en France, au moyen âge, la liberté politique, et ce qu'elle est devenue à la fin de cette période, grâce à la concentration du pouvoir entre les mains d'un seul. Quant à la liberté individuelle, il y a peu d'époques où on en ait tenu un moindre compte. La scolastique n'ignore point, sans doute, qu'il existe une loi naturelle, mais ne la comprend guère, car elle s'inspire à la fois d'Aristote et de saint Augustin, tous deux partisans de l'esclavage. Les considérants des édits de Philippe le Bel et de Louis le Hutin, sur l'affranchissement des serfs dans le domaine de la couronne, nous disent, il est vrai : « Attendu que toute créature humaine, qui est formée à l'image de Notre-Seigneur, doit être généralement franche par droit naturel..... » « Comme, selon le droit de nature, chacun doit naître franc..... » Et toutefois, de telles paroles demeurent sans écho possible à une époque où l'esclavage était tenu pour légitime; où l'État était chrétien et devait prêter son bras à l'Église, afin d'exterminer l'hérésie; où la propriété passait pour un privilége, une invention humaine, parfois même était comprise comme une jouissance déléguée par l'Église.

Donc, dès le quinzième siècle, la France laisse perdre la liberté politique dont elle devait, tout d'abord, l'origine aux mœurs des Germains, et pendant le moyen âge elle n'a fait aucun progrès sur l'antiquité pour le droit naturel. Par conséquent l'hétéronomie subsiste toujours, et la liberté générale eut à subir une nouvelle éclipse.

(1) 10 avril 1302.
(2) H. Passy, *op. cit.*, p. 238.

Temps modernes.

La suppression de l'influence effective des États généraux, l'abaissement simultané des communes et de la noblesse, nous montrent, dès la Renaissance, le triomphe et la prépondérance assurée du pouvoir civil. Celui-ci se rapproche de plus en plus du type impérial romain, cet objectif ardemment et constamment poursuivi par les légistes de la royauté. Après les ébranlements que déterminèrent la Réforme et les guerres civiles qu'elle dut entraîner à sa suite, la tradition du régime oriental fut bientôt renouée et trouva enfin sa personnification la plus complète chez Louis XIV, le roi-soleil. Alors tout fut dominé, écrasé par l'absorbante personnalité du souverain. La pensée a désormais pour correctif la Bastille; la conscience libre est châtiée par l'exil, la prison, les galères, le gibet, et enfin par la violation des droits les plus sacrés de la famille; la propriété, soumise à la confiscation, est effrontément niée dans son caractère individuel par le souverain, quand il se mêle d'écrire, et il se l'attribue tout entière d'un trait de plume (1). C'est ainsi que certains Pères de l'Église faisaient remonter à la personne de l'empereur la légitimité de la propriété. Et, d'après Bossuet, le dernier d'entre eux, dit-on : « Du gouvernement est né le droit de propriété, et, en général, tout droit doit venir de l'autorité publique. »

Telle est la part faite au droit naturel par ce régime qui avait concentré tous les pouvoirs dans la personne du roi. Le simulacre de liberté politique possédé par les villes disparut à son tour, et si on le vit renaître, ce fut pour devenir l'objet du plus déplorable trafic (2).

Ce despotisme, qui n'était qu'un renouveau de l'époque impériale, avait pour instrument de puissance et de règne une centralisation administrative qui faisait sentir, partout et à toute heure, la main de l'autorité suprême. Celle-ci, déjà victime de son propre système à la fin du règne de Louis XIV, allait arriver, avec Louis XV, à la décrépitude et à la mort morale.

De cette tradition qui supprime et la liberté individuelle et la liberté générale ou politique, je dois rapprocher la tradition de

(1) « Les rois sont seigneurs absolus et ont naturellement la disposition pleine et entière de tous les biens qui sont possédés. » Doctrine que la Sorbonne confirmait en ces termes : « Tous les biens des sujets du roi lui appartiennent, et il peut en user comme des siens propres. »

(2) « Je n'aperçois pas de trait plus honteux dans toute la physionomie de l'ancien régime, » dit à ce sujet M. de Tocqueville. Après avoir dépouillé les villes de leurs droits municipaux, on les leur octroyait de nouveau, moyennant finances. Puis on les reprenait pour les revendre encore.

l'autel, désormais connexe à celle du trône, associées qu'elles sont contre de communs ennemis. Nous sommes un peuple qui a préféré le catholicisme au protestantisme, c'est-à-dire l'hétéronomie la plus radicale à l'autonomie au moins relative, en matière de foi. Or : « les habitudes catholiques profondément enracinées, habitudes d'esprit, habitudes de cœur, survivent chez nous aux croyances catholiques » lorsqu'elles meurent. « Un grand fond d'attaches secrètes au catholicisme ne s'est-il pas montré dans ces imitations d'autorité sacerdotale et de science dogmatiquement consacrée que le saint-simonisme et le positivisme ont successivement essayées (1) ? » D'où vient donc à l'école jacobine ce dogme qui lui est si cher de la vérité qu'on impose ? D'où vient encore le grand principe de l'autorité, en matière politique, souvent invoqué sans qu'on songe à en déterminer la source, et qui n'est qu'un développement parallèle à l'autorité en matière de foi ? Le droit divin dans l'ordre civil, l'infaillibilité qui se proclame dans l'ordre religieux ne sont que deux aspects différents d'une même idée : l'hétéronomie. Le despotisme sans frein de César s'unit à l'action absolue de l'Église dans la vie du croyant. Dans les deux cas atteinte au droit individuel.

La double tradition autoritaire et libérale, que j'ai signalée dans le monde antique, se retrouve aussi dans les temps modernes. Mais la première n'a pu que reproduire le passé, en l'aggravant parfois, tandis qu'il y a un progrès très manifeste pour la seconde, qui arrive à une conscience plus nette et plus étendue d'elle-même. Dans les grandes luttes de la Réforme, la conscience proteste d'abord contre la foi qui s'impose ; puis, après le rôle peu sérieux de la noblesse, on voit se produire en France, dans la bourgeoisie huguenote, un véritable réveil de l'esprit républicain et municipal. Ce n'est plus le croyant qui se contente de la couronne et des palmes du martyre, c'est l'homme qui réclame son droit personnel, c'est le citoyen qui demande à compter dans la chose publique. Hubert Languet, dans son ouvrage *(Vindiciæ contra tyrannos)*, formule très explicitement la doctrine du droit naturel. Tel est le fondement véritable de ces droits du peuple que rien ne saurait prescrire ; telle est la raison pour laquelle toute magistrature (la royauté elle-même est dans ce cas) ne saurait être autre chose qu'une délégation ayant pour fin l'utilité générale, délégation qui repose sur un contrat bilatéral (2). De là

(1) Renouvier et Pillon, *Critique philosophique*, t. II, p. 2. Chacun connaît l'admiration que professait Comte pour le catholicisme où il ne trouvait à reprendre que la doctrine. C'est avec vérité qu'on a pu dire du positivisme (Huxley) qu'il n'est qu'un catholicisme sans christianisme.

(2) Denis, dans son *Histoire des théories et des idées morales dans l'antiquité*, attribue à l'école épicurienne le principe du contrat comme fondement de la société politique, t. Ier, p. 417.

une sanction nécessaire lorsque les droits du peuple sont violés, sanction qui n'est autre que le droit et le devoir strict de l'insurrection pour tous ceux qui représentent la nation, et qui, inférieurs individuellement à la royauté, lui sont supérieurs, considérés dans leur ensemble. Le peuple est le seigneur suzerain, le prince n'est que le vassal, et il peut toujours être déposé pour crime de félonie.

Nous voici loin des jurisconsultes de l'époque impériale, des théologiens du moyen âge et de la politique de Bossuet. L'ère moderne est véritablement ouverte par un fils de la Réforme, qui a compris le double caractère de la liberté. Elle est, en effet, individuelle et générale.

Mais ce n'est pas seulement parmi les huguenots que ces doctrines trouvèrent créance. La contagion se propagea aux catholiques eux-mêmes, et la Ligue, singulier et triste mélange de démocratie, d'esprit municipal et de fanatisme, ne se contenta point du précepte. Elle donna l'exemple par la déposition d'Henri III.

Dans le dix-septième siècle je ne citerai qu'un seul homme, bien qu'il soit étranger à la France, mais il a eu la plus large influence sur le développement de la pensée française, au siècle suivant. Je veux parler de Locke, un autre fils de la Réforme. Ce philosophe condamne l'esclavage (1), rattache la propriété à ses principes fondamentaux : le travail et l'hérédité, au lieu de la subordonner à la loi civile. Il montre que le principe de la société politique est le consentement des hommes, et que sa fin est la conservation de ce que chacun possède en propre : la vie, la liberté et les biens. L'État, pour remplir cette mission, doit donc obéissance aux lois naturelles comme les autres, et s'il manque à ce devoir, qui est la raison de son institution, il se met en état de guerre avec la société. Locke distingue ensuite trois pouvoirs dans le gouvernement : le *législatif*, l'*exécutif* et le *confédératif*, mais c'est le législatif qui est le seul souverain. Or, le peuple a le droit de se défendre contre l'exécutif et même le législatif, lorsque l'un ou l'autre viole les lois naturelles. Le point de départ de toute société est l'individu. Sa raison d'être et sa fin demeurent toujours dans l'individu.

Jamais on n'avait porté pareille lumière au sein des confusions et des obscurités du passé. La liberté individuelle est la faculté de faire usage de ses droits naturels, sous la garantie des lois. La liberté générale, d'où procède la vraie souveraineté ou l'autorité législative,

(1) Aucun pacte ne peut rendre un homme l'esclave d'un autre, d'après Locke. Cependant ce philosophe n'a pu s'affranchir absolument de la tradition et il admet la légitimité de l'esclavage pour les prisonniers faits dans une guerre juste. Mais leurs enfants ne sauraient être dépouillés des biens de la famille ni réduits eux-mêmes en esclavage. (*Du Gouvernement civil,* édit. 1724, trad. Mazel, p. 252, 263, 275.)

a pour objectif l'institution des meilleures sauvegardes pour la personne morale. L'autonomie est donc fondée pour l'individu, comme pour la nation, et il n'y a plus qu'à appliquer les véritables principes de la science politique, désormais constituée.

M. Barni insiste, avec raison, sur les rapports étroits qui unissent nos grands publicistes du dix-huitième siècle avec la Réformé, par l'intermédiaire du philosophe anglais (1). Mais il y a un hommage de plus à rendre à ce dernier. Ni Montesquieu, ni Rousseau, ni Voltaire n'ont eu cette admirable et claire conscience du droit naturel, qui est le vrai fondement du droit politique. Ces trois hommes illustres ont subi à des degrés inégaux l'influence des traditions du monde antique, surtout incarnées à leur époque dans le catholicisme et la royauté.

La dominante, chez Voltaire, est l'amour de l'humanité. Aussi le voit-on combattre l'esclavage, l'intolérance, les procédés barbares de la justice d'alors, dont on a pu dire qu'elle rivalisait de méchanceté avec les criminels eux-mêmes. Il n'eut d'ailleurs qu'une notion incomplète des droits de la conscience, puisqu'il subordonne absolument l'Église au pouvoir laïque; erreur regrettable qui devait se traduire par la constitution civile du clergé. Voltaire se prononce d'ailleurs pour une monarchie tempérée par les lois, et il rejette l'égalité des droits politiques.

Montesquieu représente particulièrement, dit-on, la liberté politique, mais non la liberté égale pour tous, car c'est un homme de tradition et qui tient aux priviléges. Il avoue cependant, quelque part, que la liberté est liée à l'égalité. Pour lui, la liberté consiste dans le droit de faire tout ce que les lois permettent, proposition qui ne serait vraie que si, conformément à sa définition, la loi était « la raison humaine en tant qu'elle gouverne tous les peuples de la terre ». Il a montré que le principe déjà ancien de la division du pouvoir est la plus sûre garantie contre le despotisme.

Malgré la distinction qu'il reconnaît entre la loi naturelle et les lois positives, il fonde la propriété sur l'existence de ces dernières. De plus il est d'avis que, lorsqu'on est maître de recevoir dans un État une nouvelle religion ou de ne pas la recevoir, il ne faut pas l'y établir. Et néanmoins Montesquieu fut humain, tolérant et l'un des plus éloquents adversaires de l'esclavage. Pour ce qui touche au droit naturel, il n'avait pu se soustraire complètement aux influences traditionnelles, si puissantes encore en France, au dix-huitième siècle.

(1) *Histoire des idées morales et politiques en France au dix-huitième siècle.*

Rousseau, enfin, représente l'égalité (1). Malheureusement les contradictions abondent dans son œuvre. Il part de ce principe, déjà énoncé par Hubert Languet, que le fondement du droit politique est le contrat, et il établit que la liberté humaine est absolument inaliénable. Puis il demande l'aliénation totale de chaque associé avec tous ses droits à la communauté, et il considère l'esclavage comme pouvant être nécessaire à la liberté d'un certain nombre de privilégiés. Telle est, en effet, la notion de la cité antique. D'après Rousseau, l'État est la véritable origine du droit de propriété, aussi peut-il s'emparer légitimement du bien de tous. La volonté générale, dont l'État n'est que la formule, est la source des lois et la règle du juste et de l'injuste, car tout ce qu'ordonne la loi est légitime. Une religion civile est nécessaire à la sûreté de l'État, et quiconque cherche à s'y soustraire doit être puni par l'exil ou la mort. Comme la force des choses tend toujours à détruire l'égalité, la force de la législation doit toujours tendre à la maintenir.

C'est ainsi que Rousseau comprend le droit naturel. En politique, il fait procéder la souveraineté du peuple de la volonté générale, « qui est toujours droite et tend toujours à l'utilité publique. » Cette volonté générale doit s'exprimer sans intermédiaire, ce qui est la suppression du mandat. Tous les droits sont fixés par les lois de l'État, qui est un être moral.

Rousseau a donc fort mal entendu le droit naturel, et il nous conduit directement à l'action prépondérante de l'État, action plus facile et plus complète encore dans l'égalité des conditions sociales. Et cependant, lorsque 89 arrive, la préoccupation générale est évidemment la reconnaissance et la proclamation du droit individuel. Dans la célèbre déclaration des droits de l'homme et du citoyen, qui précède la constitution de 91, on lit en toutes lettres : « Art. 2. Le but de toute association politique est la conservation des droits naturels et imprescriptibles de l'homme. Ces droits sont la liberté, la propriété, la sûreté et la résistance à l'oppression (2). »

Il semble que les législateurs se soient inspirés directement de la pensée de Locke et d'Hubert Languet. Cette pensée se retrouve exprimée de mille manières, sous la plume de Condorcet, l'ami de Voltaire, de d'Alembert, de Turgot et des Girondins, dont il ne partageait point les passions et dont il partagea néanmoins la déplorable destinée, lui l'apôtre de l'humanité, de la perfection indéfinie de l'homme et qui mérita d'être appelé le théoricien du droit

(1) J'emprunte ces trois caractéristiques à M. Barni.

(2) Condorcet reproche à la déclaration des droits de n'avoir pas été suffisamment explicite sur la question de la liberté du travail.

naturel, cette grande chose qui n'allait plus être proférée que par des lèvres impures.

Dans son développement historique, la Révolution de 89 nous donne le plus étrange spectacle qui se puisse concevoir. On proclame la liberté politique et on lui donne pour corollaires la centralisation absolue, la tyrannie de l'Assemblée par la Commune de Paris et, d'une manière générale, de la majorité par une minorité qui a l'ardeur et le délire de la fièvre. On proclame le droit naturel et on lui donne pour corollaires le maximum, la religion civile, le culte de l'Etre suprême, les massacres, les exécutions en masse, les confiscations sur la plus large échelle. « Soyez comme la nature, disait Danton, elle voit la conservation de l'espèce, ne regarde pas les individus. » Du droit une seule chose subsiste, c'est l'égalité de tous devant la loi de mort qui, après avoir dévoré avec la Gironde la tête et le cœur de la nation, se retourna ensuite contre les bourreaux et termina d'une manière digne d'eux leurs saturnales sanglantes. Tant de folies et de crimes venaient de se commettre au nom de la souveraineté dérisoire de la raison, affreux sarcasme qui jetait un démenti atroce aux grandes et généreuses aspirations du siècle des idées (1)!

Personne n'a mieux compris qu'Edgard Quinet les causes qui ont amené l'avortement politique de la Révolution française. Je ne saurais mieux faire ici que d'être l'écho pur et simple de cet admirable écrivain.

Dans la Révolution française, il y a eu une transformation politique et une transformation sociale. Celle-ci, naissant d'elle-même, n'a point provoqué de difficultés sérieuses, mais par la première les Français entraient en lutte avec la suite entière de leur histoire, qui n'avait d'autres traditions que celles de l'arbitraire, de l'absolutisme le plus pur. Les hommes de 89 sont complètement sortis des traditions byzantines sur le pouvoir central, et les Girondins, qui héritèrent d'eux l'âme même de la Révolution, représentaient mieux que personne la liberté dont ils voulaient et comme principe et comme méthode. Elle mourut avec ces nobles martyrs, car elle n'était connue que d'un petit nombre, et avec le petit nombre on décapita l'avenir. Par la Terreur, les Jacobins remirent la France sous le joug du despotisme (2).

(1) « Nous avons allumé un grand phare sous la Constituante; nous l'avons laissé éteindre sous la Législative; et sous la Convention, nous nous sommes entr'égorgés dans les ténèbres, » disait le conventionnel Cambon.

(2) *Révolution française,* t. Ier, p. 62, 63, 122, 210, 302, 364; t. II, p. 50, 51, 126, 127, 128, 138.

La Gironde a donc lutté contre toutes les traditions de notre histoire nationale et a succombé comme le héros antique frappé par une fatalité aussi injuste qu'implacable. Rappelons en quelques mots les institutions politiques et religieuses qui nous ont fait ce que nous sommes.

Chacun sait, depuis M. de Tocqueville, que la monarchie a survécu dans l'esprit et les institutions révolutionnaires (1). La caractéristique de l'ancien régime est l'arbitraire, le défaut de garanties pour l'individu, le *si veut le roi, si veut la loi*. Les Français étaient depuis longtemps habitués à laisser passer la justice du roi, et ils ne virent rien d'étonnant à ce que les Jacobins voulussent assurer par le despotisme le triomphe des libertés populaires. La Terreur a donc été le legs fatal de l'histoire de France à la Révolution, et les Montagnards, novateurs en théorie, demeurèrent dans l'application, c'est-à-dire comme méthode, des hommes du passé (2).

Tous les cahiers des États qui demandaient en 89, la conciliation de la liberté nouvelle et de l'ancienne monarchie défiaient la logique elle-même. Dans ces termes le problème demeure à jamais insoluble.

D'autre part, le catholicisme fut déclaré religion nationale par les constituants. Ceux-ci, imbus d'une vaine philosophie, s'en rapportèrent à la parole du vicaire savoyard, qui prétend que c'est une présomption inexcusable de professer une autre religion que celle dans laquelle on est né. Les terroristes, à leur tour, Robespierre en tête, interdirent à l'ancien clergé de sortir de l'Église, car ils faisaient reposer la République sur la moralité, et celle-ci leur paraissait liée indissolublement au culte catholique, dont ils s'imaginaient les dogmes contraires à la raison blessés à mort. N'est-ce pas Robespierre lui-même qui, parlant de Rabaut Saint-Étienne, disait : « Traître comme un protestant et un philosophe, » unissant ainsi dans un même anathème la pensée libre et la conscience libre? Mais le catholicisme est incompatible avec la liberté, d'après le langage autorisé de tous ses pontifes, et les terroristes n'ont pas compris que le vieil ordre religieux était la raison d'être, le fondement, la substance du vieil ordre politique (3).

Tous les cahiers des états qui demandaient, en 89, la conciliation de la liberté nouvelle et de l'ancienne religion, défiaient ici encore la logique elle-même. Le catholicisme exerce une influence néfaste

(1) *De l'Ancien Régime et de la Révolution.*

(2) Edg. Quinet, *op. cit.*, t. Ier, p. 45, 47, 303, 310, 336, 364; t. II, p. 134, 136, 164, 335.

(3) Edg. Quinet, *op. cit.*, t. Ier, p. 128, 131, 135, 144, 149, 151, 162, 169, 186; t. II, p. 60, 103, 105, 106.

sur la liberté, ce que Tocqueville constatait sans pouvoir le comprendre (1).

L'austère et forte génération d'Hubert Languet, si féconde en âmes énergiques, en caractères fortement trempés, tomba en partie sous le fer des assassins. Puis les générations suivantes, qui héritèrent de ces mâles vertus, proscrites, dépouillées et flétries par un odieux despote, durent porter dans de nouvelles patries l'énergie tenace, la volonté persévérante qui ne corrigent plus cette frivolité devenue la dominante de notre peuple (2). Les traditions monarchiques, administratives, morales et religieuses de la France ont dû amener presque fatalement l'échec de la révolution politique. L'œuvre des siècles a balayé, en un moment, ce qui paraissait l'œuvre d'un jour.

Au temps même où le passé semblait devoir disparaître, à tout jamais, il prit donc un masque nouveau et fit un retour offensif. C'est à l'action prépondérante de l'État, la meilleure caractéristique de la société gréco-romaine, que nous devons la loi de salut public, autre expression de la raison d'État. Conscience, pensée, travail, propriété, en un mot le droit individuel, tout cela disparut devant le vieux monde qu'on avait toujours sous les yeux, sous prétexte de républiques grecques et romaine, et où on allait chercher ses inspirations et ses modèles. De plus, l'État, unité vivante et personne morale de Platon, être moral de Rousseau, doit se proposer pour but la vertu, au dire du premier. Mais celui-ci, en tant qu'utopiste, condamnait la contrainte et faisait appel à l'éducation; tandis que Robespierre, qui était plus pratique, donnait pour moyen à la Révolution la terreur, tout en proposant la vertu pour objectif à l'État.

A côté du bénéfice obtenu de l'égalité de tous devant la loi, bénéfice très considérable, on doit reconnaître que le principal effet de la Révolution française a été d'augmenter, avec l'unité, l'intensité du pouvoir (3). On a possédé plus ou moins la liberté politique, mais à l'exemple de cette antiquité, dont Condorcet stigmatisait avec tant de force la funeste influence (4), on a accordé fort peu de chose

(1) *Lettres.*

(2) « Ce n'est pas avec la mobilité que la liberté se fonde. » (Edg. Quinet, *op. cit.*, t. I, p. 214, 215.)

(3) M. Dupont White, qui trouve beaucoup de mérites à la centralisation, ne s'est pas aperçu que l'intensité d'action du pouvoir, qui lui paraît regrettable, est étroitement liée à la rigueur absolue de l'unité administrative, qui est pour lui un grand bien. (Voir ses articles sur l'Administration locale en France et en Angleterre, *Revue des Deux-Mondes*, 1862-1863.)

(4) « Les anciens n'avaient aucune notion de la liberté naturelle, ils semblaient même n'avoir pour but dans leurs institutions que de l'anéantir. Ils auraient voulu ne laisser aux

au droit individuel et fait la part la plus large possible au pouvoir central. Ce qui, dans les conditions d'autonomie, doit occuper le centre, a été mis à la circonférence et réciproquement. Le nouveau césarisme, si remarquablement prophétisé par M. de Tocqueville, a été le dernier mot du système.

Après avoir fait, dans l'échec de la Révolution française, la part des causes que je viens d'indiquer et d'autres encore, telles que l'ignorance des masses, l'inexpérience absolue des hommes d'État, l'émigration, la guerre étrangère, puis la personnalité absorbante du premier consul, qui tenta un essai de restauration impériale et féodale, il est facile de comprendre comment toutes les révolutions nouvelles dont notre âge a été le témoin ont misérablement échoué. Ne semble-t-il point que nous soyons voués, sous le rapport du progrès politique, à une impuissance fatale? L'excès du pouvoir en amène la chute; la liberté s'abandonnant elle-même devient licence, et celle-ci nous ramène au despotisme. La fameuse loi des *ricorsi* de Vico serait-elle donc éternellement vraie?

Des événements qui se reproduisent avec cette inaltérable monotonie, indiquent suffisamment la persistance des conditions qui les provoquent. L'individu, au moins en principe, est demeuré un zéro, et l'État, grandissant davantage encore, a tout embrassé dans sa robuste étreinte, tout embrassé et tout flétri. Après avoir fait la part des influences traditionnelles, il faut tenir compte aussi d'un complément d'influence que j'emprunte au monde des idées; il va concourir à donner l'explication du fatal contre-sens qui semble nous condamner, à jamais, à une agitation stérile.

Malgré la coexistence du sensualisme, du matérialisme, du spiritualisme, de l'éclectisme et du panthéisme, c'est ce dernier qui donne évidemment, jusqu'à ce jour, au dix-neuvième siècle, ainsi que l'établit très bien M. Renouvier, sa physionomie caractéristique, si on le prend, dans ses termes généraux, comme exprimant la fatalité, l'évolution nécessaire. Compris de la sorte, l'hégélianisme domine l'histoire de la pensée contemporaine.

L'évolution appelle à sa suite les idées d'organisme, d'organisation. De là le rôle de Saint-Simon qui, niant l'existence d'une liberté qui ne trouvait point de place dans un monde exclusivement régi par des lois mathématiques, ne vit rien de mieux que la gravitation pour

hommes que les idées, que les sentiments qui entraient dans le système des législateurs. Pour eux, la nature n'avait créé que des machines, dont la loi seule devait régler les ressorts et diriger l'action. » *(Mémoire sur l'objet et la nature de l'instruction publique.)* Condorcet condamne ainsi formellement le rôle du législateur, tel que l'ont compris l'antiquité, Rousseau et le socialisme contemporain.

en faire le principe fondamental de son œuvre, et songea à faire élire un pape de la nouvelle théorie scientifique. Puis ses idées se modifièrent, et il voulut constituer l'industrie comme tête de la société et comme source d'une morale positive. Un nouveau changement lui fit placer l'art avant la science et l'industrie. Mais, en tous cas, ni la liberté politique, ni la liberté individuelle ne pouvaient être prises comme un but de l'association. Saint-Simon conclut, enfin, à une religion vraiment universelle, ayant son culte, ses dogmes et son clergé, dont le rôle est celui d'une théocratie scientifique et industrielle.

Toutes les sectes sorties du saint-simonisme ont pour mobile la passion d'organiser et n'expriment que le plus parfait mépris pour la liberté morale. Comte a été, lui aussi, un organisateur, un organisateur par la science. Sans entrer dans l'examen approfondi de ses idées, il me suffira de dire que, pour lui, l'économie politique est une science fausse, que le droit individuel n'existe point et n'est qu'une conception métaphysique et antisociale (1). En histoire, nous trouvons une évolution progressive nous montrant chaque époque supérieure à celle qui la précède. L'histoire, comme tout le reste, est soumise à des lois immanentes.

L'organisation par la science aboutit à une religion panthéistique et à une constitution théocratique et absolutiste dont M. Comte fut le grand-prêtre. C'était finir comme prétendait finir Saint-Simon.

La pensée de Fourier se distingue nettement des écoles précédentes, mais elle s'en rapproche néanmoins par l'idée d'organisation et par la valeur prépondérante donnée à l'attraction, à la passion, ce qui arrive à l'atténuation progressive de la liberté, bien qu'à l'origine, dans la constitution de l'harmonie, on lui eût fait une part réelle.

Je ne puis m'appesantir sur les écrivains postérieurs. Je rappellerai que, pour Enfantin, le prêtre est la loi vivante et infaillible; que, pour Proudhon, l'individualité n'est qu'une apparence provenant d'une substance amorphe, le *pantogène,* et que la liberté morale est une illusion pure (2). Je me contenterai donc du résumé suivant, que j'emprunte à M. Renouvier : « Un progrès cosmique, lequel est

(1) « Quand on a tenté de donner aux droits prétendus humains une destination vraiment organique, ils ont bientôt manifesté leur nature antisociale. Dans l'état positif qui n'admet plus de titres célestes, l'idée de droit disparaît irrévocablement. » (*Discours sur l'ensemble du positivisme,* p. 356.)

Comte réclame l'abdication de la liberté d'examen pour le grand nombre, en matière sociale, comme étant trop au-dessus de sa portée. (*Philosophie positive*, t. IV, p. 56.)

(2) Sur la question de la liberté morale, on rencontre, d'ailleurs, chez Proudhon, des assertions contradictoires.

Dieu et le monde, un progrès humain, inhérent à la substance, en quelque sorte, de l'humanité, et qui la mène à son but nécessairement par tous les chemins; une action des milieux qui, partout, dans l'univers, dans la société, suscite l'individu, le façonne à ses états et l'induit à ses actes : tels sont les principes. Comme conséquences : un affaiblissement sensible des notions de responsabilité et de devoir, une tendance marquée à légitimer le fait et la force, à justifier l'injustice du prince par la raison d'État et celle du citoyen par la souveraineté du but (1). »

Une idée générale préside aux conceptions plus ou moins systématiques, relativement à l'économie sociale, qui se sont produites après la Révolution française et ont obtenu une si grande et si prompte vulgarisation. Cette idée est celle du déterminisme, de l'action souveraine des milieux. Les remarquables résultats que le déterminisme, comme méthode commune, a donnés dans la science de la nature, ont reflué sur l'ordre moral et tentent de le marquer à leur propre coin. Or, si l'homme passe à l'état de phénomène, d'apparence mobile et fugitive, la notion du droit individuel s'atténue, se subtilise et finit par s'évanouir. C'était une ombre et maintenant ce n'est rien.

Ceci posé, nous pouvons comprendre la marche suivie par les événements depuis la Révolution française. En 89, on disait que le but de l'institution politique est la garantie des droits naturels. Mais les notions de liberté, de personne morale se sont affaiblies, le droit a été ou méconnu ou nié ouvertement. Alors l'État, qui occupe l'un des plateaux de la balance, s'est trouvé sans contre-poids et il n'y a plus eu d'équilibre possible. Demeuré purement civil ou devenu théocratie lorsqu'il subit l'influence du catholicisme, et théocratie sans Dieu (2), il peut exprimer toujours ce qu'on appelle la liberté générale ou politique, mais il ne saurait avoir cure de la liberté individuelle. Or, c'est celle-ci qui constitue les droits de l'homme ou la vraie caractéristique de la Révolution.

De nos jours, l'État continue les errements du passé; le principe ne varie point, ce qu'on pourrait appeler la méthode varie seule. En effet, la prépondérance absolue du pouvoir central a surtout pour correctif les mœurs et l'opinion, mais le souverain, qu'il soit individuel ou collectif, qu'il s'appelle monarque ou peuple, menace toujours, dans leur existence même, les droits de l'homme. Le despotisme n'est pas autre chose que la négation de ces derniers, et de

(1) *Année philosophique,* 1867, p. 99. Les éléments de cette analyse des systèmes socialistes sont empruntés à M. Renouvier.

(2) Je fais allusion à la doctrine qui se dit positive.

tous les despotismes, le plus écrasant et le plus radical est celui du nombre.

L'hétéronomie subsiste donc encore, après tant de siècles écoulés, et la France, qui se croyait mûre en 89 pour la revendication de ces titres que formula la première la voix de Socrate et que l'humanité n'avait jamais totalement perdus, après une courte et cruelle tentative vers l'objectif poursuivi, semble s'être replacée, volontairement, sous le joug des plus antiques traditions de l'histoire.

La race anglo-saxonne, fidèle aux enseignements de Locke et au génie politique de la Réforme, continue, jusqu'à ce jour, à placer le but de l'institution du pouvoir politique dans la défense et la sauvegarde des droits naturels. C'est une leçon pour nous, leçon qui est à la fois une expérience et un salutaire exemple. Puissions-nous en profiter et faire ainsi disparaître la funeste antinomie qui a compromis et failli perdre une grande et noble cause, celle de la Révolution française ! Nous pénétrant de plus en plus de l'esprit de cette Révolution, vivants de sa vie, animés de son souffle, puissions-nous de mieux en mieux comprendre que « le vrai rôle du gouvernement n'est pas de gouverner les hommes, mais de leur apprendre à se gouverner eux-mêmes (1) ! »

M. DAVILLÉ (Saint-Ange),

Commis principal des lignes télégraphiques, à Bordeaux.

Exposé d'une nouvelle dactylologie à l'usage des sourds-muets et des aveugles, basée sur l'emploi des signaux télégraphiques Morse.

(Séance du 12 septembre 1872.)

M. Davillé (Saint-Ange), commis principal des lignes télégraphiques à Bordeaux, expose une nouvelle méthode de dactylologie à l'usage des sourds-muets, basée sur l'emploi des signaux télégraphiques Morse, et s'adressant, non plus seulement au sens de la vue, mais encore et *surtout* à celui du toucher.

Il fait connaître : 1° les résultats, on ne peut plus satisfaisants, obtenus à l'institution des Sourdes-Muettes de Bordeaux, et les avantages qu'offre cette méthode ; 2° l'accueil favorable fait à son projet par l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Bordeaux, qui, dans sa séance du 25 juillet dernier, a exprimé, à l'unanimité, le vœu que cette méthode fût appliquée sur une grande échelle, et a décidé qu'elle mettrait au

(1) Barni, *op. cit.*, p. 176 : « La vraie démocratie est celle où tous sont leurs propres maîtres. » *Ibid.*

service de l'auteur l'influence dont elle dispose, pour les démarches qu'il tenterait auprès de qui de droit dans le but de mener à bonne fin cette œuvre *toute philanthropique*.

M. Davillé termine en sollicitant de Messieurs les membres de l'Association la même faveur qu'il a déjà obtenue de l'Académie de Bordeaux, et en les priant de lui permettre de s'autoriser de leur décision dans la demande qu'il va faire au ministre de l'intérieur d'aller à Paris, pour y former un certain nombre de moniteurs dans l'institution des Sourds-Muets de cette ville.

Lettre à Messieurs les membres de l'Académie de Bordeaux.

MESSIEURS,

J'ai l'honneur de solliciter de votre bienveillance la faveur de soumettre à votre haute appréciation un nouveau genre de dactylologie à l'usage des sourds-muets.

Les essais qu'il m'a été permis de faire à l'institution de Bordeaux, m'ayant donné les résultats les plus satisfaisants, bien qu'ils aient eu lieu dans des conditions on ne peut plus défavorables, j'ose me flatter que quand j'aurai eu l'honneur d'exposer devant vous cette nouvelle méthode, aussi simple que facile à appliquer, vous vous rangerez à mon avis, partagé déjà par d'autres personnes éclairées, qu'il y a lieu d'en poursuivre l'application malgré le départ des sourdes-muettes de Bordeaux; et que vous aurez la bonté de m'en faciliter les moyens, en mettant au service de cette tentative toute philanthropique l'influence justement méritée dont vous jouissez comme corps savant et dont chacun de vous jouit en particulier.

Cette nouvelle dactylologie a pour base les signaux télégraphiques employés dans l'appareil Morse et qui se forment, vous le savez, par la combinaison de points et de barres. Seulement, au lieu de les écrire pour les yeux, je les frappe sur une partie quelconque du corps, absolument comme on frappe sur le manipulateur dans la transmission d'une dépêche; en un mot, je n'agis pas sur le sens de la vue seulement, mais encore et surtout sur celui du toucher qui, seul, suffit complètement à percevoir les signaux. Je remplace le point par un contact rapide et la barre par un contact prolongé.

Laissez-moi vous dire, Messieurs, que je n'ai nullement la prétention de supprimer la méthode actuelle, qui, si elle est plus longue à apprendre et bien plus difficile à appliquer que la mienne, lui est supérieure sous le rapport de la rapidité; mon but est de la compléter ou plutôt de la doubler et de combler, en outre, certaines lacunes regrettables dont on n'avait pu jusqu'ici avoir raison et qui m'ont été signalées par M. Etchevery lui-même, à notre première entrevue.

Voici maintenant, Messieurs, quels sont les avantages qu'offre la nouvelle méthode que je désire soumettre à votre haute appréciation :

1° Les sourds-muets peuvent converser dans l'obscurité;

2° Dans les endroits publics, ils ne sont plus astreints à cette télégraphie aérienne, que beaucoup de gens comprennent et dont quelques sots ont parfois la cruauté de se moquer;

3° Il leur devient possible de converser avec des aveugles connaissant aussi cette méthode;

4° Enfin (et c'est surtout ceci qui a engagé M. Etchevery à me laisser faire des essais), si les sourds-muets deviennent aveugles, comme cela arrive malheureusement assez fréquemment, il leur restera toujours un moyen d'échanger leurs idées avec les personnes qui les entourent, ce qui n'a lieu maintenant qu'avec de grandes difficultés et d'une manière fort incomplète.

Pour arriver à une plus grande rapidité avec ce nouveau système, j'ai composé un vocabulaire de 500 signaux formés par la combinaison deux à deux des consonnes et de quelques voyelles de l'alphabet. Chaque signal peut représenter une phrase entière, si longue soit-elle; on peut augmenter de beaucoup le nombre de ces signaux sans crainte de surcharger la mémoire des sourds-muets.

J'ajouterai en terminant, et pour mémoire, que les signaux Morse, gaufrés dans le papier avec un poinçon comme ils l'étaient autrefois dans les premiers appareils, remplaceraient très avantageusement, je crois, l'écriture actuelle des aveugles, également gaufrée mais plus difficile à former.

Bordeaux, 9 juillet 1872.

S.-A. DAVILLÉ.

Dans sa séance du 12 juillet 1872, l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Bordeaux, prenant en considération le projet qui lui a été soumis par M. Davillé, nomma une Commission composée de MM. Valat, secrétaire général; Micé, docteur en médecine, et Gaussens, curé de l'église Saint-Seurin, à l'effet de juger de la valeur de la nouvelle méthode et des résultats obtenus par l'auteur à l'institution des sourdes-muettes de Bordeaux.

Voici le rapport de cette Commission :

RAPPORT *à Messieurs les membres de l'Académie de Bordeaux sur un nouvel alphabet à l'usage des sourds-muets et des aveugles.*

M. Saint-Ange Davillé, commis principal des lignes télégraphiques, nous a adressé, dans une léttre du 9 juillet courant, l'exposé sommaire

d'un procédé qu'il applique aux sourds-muets comme aux aveugles, et qui consiste dans l'usage de l'alphabet adopté pour la transmission des dépêches par l'appareil Morse.

Il nous a prié de lui faciliter les moyens de continuer les expériences qu'il a déjà faites dans l'institution des Sourdes-Muettes de Bordeaux, pour constater la valeur et l'utilité pratique du mode de communication qui remplace les procédés ordinaires ou en devient un auxiliaire avantageux dans plusieurs circonstances. Il n'a pas inventé de nouvelles méthodes d'enseignement, et ne compare pas son procédé à ceux dont l'expérience a constaté le mérite. Cet aveu modeste est d'un bon et judicieux esprit.

Les considérations qu'il a présentées dans sa lettre et les observations de M. Micé vous ont donné une idée favorable du travail de M. Davillé, et vous avez confié à une Commission de trois membres, parmi lesquels sont MM. l'abbé Gaussens et Micé, le soin d'examiner le procédé de l'auteur.

La simplicité du système permettait d'en apprécier aisément les avantages et le mécanisme, en sorte qu'une seule séance a suffi pour édifier la Commission qui avait invité M. Davillé à fournir les explications verbales dont elle avait besoin, et j'ai l'honneur de vous offrir le résultat de ces investigations dans le rapport qui suit :

L'importance du sujet, l'intérêt qu'inspire une position aussi triste qu'exceptionnelle, m'obligent d'aborder quelques détails qui me paraissent indispensables pour comprendre la nature du service rendu à l'enseignement des sourds-muets et des aveugles.

Le sourd-muet possède naturellement et perfectionne promptement, au contact de ses compagnons d'infortune, un langage expressif qui suffit à quelques-uns de ses plus pressants besoins, mais qui est bien loin de remplir les conditions de sociabilité que lui impose son existence au milieu de nous ; toutefois, il constitue le premier et le plus immédiat anneau qui doit relier le sourd-muet à ce monde dont il est séparé par un abîme infranchissable.

Le système d'éducation que Rodrigues Pereire et l'abbé de l'Épée ont eu le rare mérite de concevoir comme possible et de réaliser en partie dans leur généreuse initiative ; que leurs successeurs ont successivement amélioré ou perfectionné : l'abbé Sicart, Saint-Sernin, plus récemment M. Valade-Gabel, notre confrère, dont j'ai eu l'occasion d'exposer les idées éminemment logiques ; ce système, dis-je, a comblé une lacune qui affligeait l'humanité, en relevant des êtres en quelque sorte isolés au milieu des sociétés qui les considéraient à peine comme les égaux des animaux domestiques, dont elles tiraient, en effet, un service plus réel.

Il est malaisé de se faire une idée des difficultés de cette éducation, qui exige six ans au moins pour l'étude seule et l'intelligence de notre langue. Notre alphabet serait longtemps, pour le sourd-muet, un grimoire sans valeur, si la vue des objets ou leur image n'en montrait le sens et l'usage. De là, l'importance de la dactylologie, qui devient un

intermédiaire précieux pour l'acquisition des idées. Après l'intuition, l'image; avec l'image, le mot : voilà tout le système. Chez les sourds-muets, c'est donc la vue qui est l'organe essentiel, comme chez les aveugles, c'est l'ouïe, et dans leurs rapports ce sera le *tact,* qui, fort heureusement, est un sens général qui nous est commun avec ces deux classes d'être.

Nous n'avons pas encore parlé de M. Davillé, et pourtant nous venons de révéler son idée; le procédé de lecture et d'écriture qui constitue l'appareil Morse, en est une conséquence et une application. Ce qu'il y a de mieux à faire, c'est de le laisser parler :

« L'appareil Morse emploie deux signes seulement, le point et la barre qui, par leurs combinaisons, représentent 32 lettres, 10 chiffres et 14 signes de ponctuation. On les fait succéder dans un ordre déterminé, au moyen d'un levier faisant l'office de marteau; le marteau frappe et se relève aussitôt, voilà le point; il frappe et ne se relève qu'après un temps appréciable, voilà la barre. Remplacez la partie du manipulateur qui reçoit les chocs par un corps vivant, et le levier faisant office de marteau par le doigt qui touchera une partie quelconque du corps, l'épaule, le bras, la main, comme on voudra, et toutes les phrases que contient une dépêche, passant sur le corps vivant, seront reçues et comprises aussi bien que si on les traçait sur le papier, et l'œil d'une tierce personne suit assez aisément les mouvements du doigt, pour lire tout aussi bien que celle que le doigt a touchée. »

Je crois superflu d'entrer dans des explications plus détaillées, bien qu'elles puissent avoir leur intérêt, et la Commission conclut avec M. Davillé :

1° Que les sourds-muets peuvent converser dans l'obscurité, au moyen de son système;

2° Que dans les lieux publics, ils auront la faculté de causer sans qu'aucun indiscret suive leur entretien ou qu'on se moque de leurs gestes plus ou moins bizarres;

3° Qu'ils converseront avec les aveugles instruits par les mêmes moyens ou avec un employé quelconque du télégraphe;

4° Enfin que, si les sourds-muets deviennent aveugles (accident qui, par malheur, n'est pas bien rare), ils auront toujours un moyen d'échanger leurs idées avec les personnes qui les entourent.

Notre tâche pouvait se borner là; mais M. Davillé ayant annoncé qu'il avait fait des expériences, et que ces expériences avaient réussi, je me suis rendu à l'école des Sourdes-Muettes, et les Sœurs qui dirigent les classes n'ont pas fait difficulté, même en l'absence de M. le Directeur, de me faire assister à une série d'exercices qui m'ont convaincu de l'exactitude des assertions de M. Davillé. J'ai dicté ou écrit plusieurs phrases, qui ont été transmises avec une facilité scrupuleuse et reproduites : 1° par l'élève qui recevait les battements du doigt sur l'épaule ; 2° par une seconde élève qui voyait facilement le doigt s'abaisser ou s'élever.

Les exercices qui ont conduit à ces résultats remarquables ont duré vingt à vingt-deux heures, disséminées en six mois. Le nombre des élèves a été de trois et quatre, et, bien que l'essai ait été fait sur les plus intelligents, comme ayant le moins à perdre d'une interruption de leurs travaux ordinaires, il n'est pas douteux qu'on obtienne de chacune et de toutes le même succès, pourvu qu'on les prenne à un degré d'éducation assez avancée, pour leur rendre facile l'usage de chaque espèce de mots et de chaque tournure de phrase, ce qui suppose au moins trois années d'études (avec leur méthode habituelle).

Les conclusions de la Commission sont donc favorables au procédé communiqué par M. Davillé et déjà expérimenté avec succès; l'approbation que vous donnerez à l'auteur de l'ingénieuse application suffira, nous l'espérons, pour que les autorités compétentes au point de vue administratif comme au point de vue scientifique, veulent bien l'examiner et la soumettre à des expériences plus complètes.

La Commission se réserve d'appeler plus tard l'attention de l'Académie sur le témoignage d'intérêt et d'estime que mérite la communication de l'auteur, qui ne cesse de répéter combien il était simple et facile d'imaginer une telle application; mais ce n'est pas la première fois qu'une idée des plus simples prend une importance capitale par l'opportunité comme par l'utilité de l'usage qu'on en fait.

Nous ne laisserons pas échapper une réflexion de M. Davillé, qui termine sa lettre d'envoi :

« Les signaux Morse, gaufrés dans le papier avec un poinçon, comme ils l'étaient autrefois dans les premiers appareils, remplaceraient très avantageusement l'écriture actuelle des aveugles, également gaufrée, mais d'une formation assez difficile. »

Bordeaux, le 22 juillet 1872.

Signé : VALAT, *rapporteur*,
Secrétaire général de l'Académie.

Signé : Dr L. MICÉ.

Dans sa séance du 25 juillet 1872, l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Bordeaux a adopté, à l'unanimité, les conclusions du rapport de la Commission qu'elle avait nommée, et décidé qu'elle ferait tout ce qui dépendrait d'elle pour faciliter à M. Davillé les moyens d'appliquer, sur une large échelle, la nouvelle méthode dactylologique dont il a eu l'idée.

Le Président,
Signé : DROUYN.

Le Secrétaire général,
Signé : VALAT.

M. Georges LAFARGUE.

Des Programmes de l'instruction publique et d'un projet d'organisation de l'enseignement intégral en France.

(Séance du 12 Septembre 1872.)

Au moment où notre pays, écrasé par la supériorité scientifique et militaire de l'Allemagne, entreprend le grand œuvre de son relèvement, la question que je veux traiter est une de celles qui s'imposent le plus impérieusement à l'attention d'une assemblée comme la nôtre. De toutes parts le vent souffle aux réformes. Nous sommes à ce point où l'avenir d'un peuple se décide en quelques instants. Les destinées futures de la France sont dans les mains de la génération présente : elles seront heureuses ou malheureuses, suivant le choix de la route où nous allons nous engager. Aussi est-ce accomplir un devoir social que de chercher la meilleure solution à donner au problème. Le récent discours prononcé à la Sorbonne par M. le Ministre de l'instruction publique, les vœux émis par la plupart des Conseils généraux, notamment par celui de la Gironde, pour demander l'instruction gratuite et obligatoire, l'extension des programmes et la réforme des méthodes, enfin, l'approche de la discussion du projet de loi présenté par le Gouvernement, sont autant de circonstances qui viennent encore accroître l'opportunité de ce travail. Nous applaudissions l'autre jour aux éloquentes paroles de notre illustre président, M. de Quatrefages, lorsqu'il proclamait l'absolue nécessité d'une prompte et large diffusion de la science dans toutes les couches de notre société. Mais ce n'est pas assez de reconnaître l'urgence d'une réforme, il faut encore rechercher quels peuvent être les moyens pratiques de la réaliser. C'est le but que je me propose.

I

EXAMEN CRITIQUE DES PROGRAMMES DE L'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE ET DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE.

Je n'entends m'occuper ici que des deux premiers degrés de l'enseignement. Il y aurait certainement beaucoup à dire sur les divers programmes de l'enseignement supérieur, facultés des lettres et des sciences, facultés de droit, écoles normale, polytechnique, etc. Mais, outre que je ne me reconnais pas une compétence suffisante, c'est plus qu'il n'en pourrait entrer dans le cadre restreint qui m'est tracé.

1° *Programme de l'enseignement primaire.*

Ce programme nous vient de la loi du 15 mars 1850. Il se compose, de deux parties, dont l'une est *obligatoire,* dont l'autre est absolument *facultative*. La première, qui est la seule en usage dans les neuf dixièmes des écoles, résulte de l'article 23 de la loi précitée. Cet article est ainsi conçu : « L'enseignement primaire comprend l'instruction morale et religieuse, la lecture, l'écriture, les éléments de la langue française, le calcul et le système légal des poids et mesures. »

Déjà très insuffisant, il y a vingt-deux ans, après la proclamation du suffrage universel, ce programme l'est encore bien plus aujourd'hui. La lecture, l'écriture, les éléments du français, le calcul même ne sont pas, à proprement parler, des connaissances; ce sont plutôt des instruments indispensables pour en acquérir. Qu'est-ce qu'un programme qui se compose exclusivement de ces moyens d'instruction? N'est-ce pas l'analogue d'un repas dans lequel on servirait aux invités, pour tout menu, des couteaux, des fourchettes et des cuillers? Croit-on que muni de ces instruments le futur ouvrier de la ville ou de la campagne apprendra de lui-même à les utiliser pour acquérir les connaissances qui lui manquent? Le simple bon sens répond, avec les statistiques, qu'il les laissera se rouiller entre ses mains sans en retirer aucun profit. Règle générale : au-dessous d'un certain niveau d'instruction, on ne fait qu'oublier, hors de l'école, le peu qu'on y avait appris. Quant à l'imperceptible minorité de ceux qui, après avoir quitté ses bancs, travaillent à augmenter le faible trésor de leurs connaissances, ils doivent s'épuiser en efforts toute leur vie pour s'approprier lentement ce qui ne leur eût coûté que quelques années d'étude, alors qu'ils étaient jeunes, libres d'occupations et de famille.

En fait de langue française, de calcul et de système métrique, tout se réduit à quelques règles que l'enfant, quand il va jusque-là, apprend machinalement dans des livres qui semblent faits exprès pour le dégoûter de l'étude. Leur sécheresse et leur aridité rebuteraient des esprits déjà développés. Pleins de formules et d'abstractions, ils sont absolument incompréhensibles pour de jeunes intelligences encore dépourvues de la faculté d'abstraire (1). Rien qui s'adresse aux sens, d'où nous viennent les perceptions; rien qui soit susceptible de graver une empreinte dans l'esprit des enfants, en frappant leur

(1) On sait ce que pensent des méthodes employées aujourd'hui pour l'étude des langues les philologues les plus éminents, comme MM. Chavée et Michel Bréal, professeur de grammaire comparée au Collége de France. « Deux grandes erreurs, dit ce dernier dans un

curiosité, d'agrandir leur intelligence, de fortifier leur jugement en les habituant à observer les objets extérieurs, à les comparer, à reconnaître les qualités qui les distinguent, pour en tirer, avec l'aide du maître, des idées positives que rien n'efface plus. Ce n'est pas là l'esprit de nos programmes; tout y est donné au sentimentalisme, à l'idéologie, à la vaine littérature. On est surpris de la puérilité des ouvrages de lecture recommandés aux instituteurs pour leurs élèves par les Conseils académiques et certains arrêtés ministériels. Il est vraiment triste de penser que la grande majorité des esprits en France ne reçoit pas d'autres aliments intellectuels que ceux-là, pendant que les maîtres de notre littérature, les auteurs de nos deux grands siècles et nos meilleurs écrivains populaires, Jean Macé, Jules Verne, Erckmann-Chatrian, Flammarion, Figuier, Guillemin et tous les vulgarisateurs de la science sont laissés à l'écart.

J'arrive à l'instruction morale et religieuse, qui constitue l'élément principal du programme obligatoire. Sans parler du temps excessif que les enfants emploient au détriment des études réelles, surtout dans les écoles congréganistes, et aux approches de la première communion, à apprendre par cœur des prières, l'histoire sainte, le catéchisme, il y a bien des raisons d'exclure de l'école un tel enseignement.

D'abord, il est de l'intérêt des religions elles-mêmes que l'enseignement des dogmes qui les constituent soit exclusivement réservé à leurs ministres respectifs. Je ne puis m'empêcher de penser que si, à l'inverse de ce qui a eu lieu, l'enseignement religieux avait appartenu jusqu'à ce jour au seul clergé, et qu'on voulût l'attribuer aux instituteurs de l'État ou le partager entre eux et lui, nous le verrions revendiquer ce légitime monopole avec la même ardeur qu'il met à le repousser aujourd'hui. L'incompétence de l'instituteur est évidente. Non seulement il n'a jamais fait d'études spéciales en ces matières, qu'il lui est même permis d'ignorer entièrement; mais il peut être juif, protestant ou libre penseur, tout aussi bien que catholique. Dans ces conditions, le forcer à inculquer à ses élèves des convictions qu'il ne partage pas, des convictions contraires aux siennes, n'est-ce pas, en même temps que lui créer une situation des plus fausses, méconnaître sa dignité et attenter dans sa personne aux droits les plus sacrés de la conscience humaine?

Mais ce ne sont encore là que des considérations d'un ordre secondaire.

récent ouvrage, pèsent sur l'enseignement de la langue française. D'un côté on suppose que le français doit être appris par règles, comme une langue morte, et d'autre part on fait prédominer l'enseignement de la langue écrite sur celui de la langue parlée. » (Michel Bréal, *Quelques mots sur l'instruction publique,* p. 32.)

La liberté de conscience est un des grands principes de notre droit public moderne; elle est, tout le monde en convient, l'une des plus précieuses conquêtes de la civilisation. De ce principe, qui garantit à tous la liberté complète des croyances et des cultes, dérive étroitement cet autre principe de la séparation de l'Église ou plutôt des Églises d'avec l'École, au même titre que la séparation des Églises d'avec l'État. Aujourd'hui, ni l'État ni personne n'a le droit de rien faire qui soit de nature à comprimer ou à troubler la conscience des citoyens. Il en résulte que l'État n'a et ne peut avoir aucune religion, aucune doctrine philosophique. Non pas qu'il soit athée, puisque, ainsi qu'on l'a très bien fait remarquer, l'athéisme, comme le théisme, n'est qu'une solution particulière des questions qui forment le domaine des religions, et que ce domaine lui est interdit; mais il est neutre et son incompétence absolue. Or, gardera-t-il la neutralité, si dans une école créée ou entretenue par lui, par le département, par la commune, et dont l'enseignement est directement placé sous sa surveillance, il fait, par la bouche de l'instituteur, qui le représente, profession de catholicisme, de protestantisme, de judaïsme ou de toute autre doctrine religieuse ou philosophique? S'il entre dans cette voie, non seulement il sort de ses limites, non seulement il viole le principe de nos Constitutions, mais il commet un illogisme monstrueux. En effet, ou il n'enseigne qu'une seule croyance, à l'exclusion de toutes autres (et, dans ce cas, il porte atteinte à la liberté de conscience des enfants et des parents dissidents, en même temps qu'il crée injustement un privilége en faveur d'une religion ou d'une philosophie devenue, de la sorte, religion ou philosophie de l'État), ou il enseigne toutes les croyances, comme on l'a demandé, ou enfin il n'en enseigne que quelques-unes, qu'il reconnaît de préférence à toutes les autres. Dans ces deux derniers cas, son inconséquence est évidente; il enseigne à la fois que le catholicisme est vrai et qu'il est faux, que le protestantisme est vrai et qu'il est faux, que le judaïsme est vrai et qu'il est faux, qu'il y a un Dieu et qu'il n'y en a pas. Il est catholique, protestant, juif, déiste, athée, etc.

Le second de ces trois systèmes qui, malgré son absurdité, semble au premier abord simplifier et concilier tout, ne ferait d'ailleurs, au contraire, que compliquer la situation en perpétuant les divisions, en attisant les haines, en favorisant la multiplication des sectes religieuses. Il suppose d'ailleurs qu'il y a dans toutes les communes une école spéciale pour chacune des croyances diverses dont le nombre, déjà très grand, augmente tous les jours; ce qui évidemment est irréalisable. Quant au dernier système, qui est le nôtre, il constitue une injustice criante en faveur de certains cultes et porte

ainsi une grave atteinte à la liberté de tous ceux qui professent des doctrines autres que celles reconnues. Il y a plus : la liberté de ceux-là même dont les cultes sont protégés est loin d'être sauvegardée dans ce dernier système ; pour qu'elle le fût, il faudrait que dans toutes les communes il y eût une école correspondante à chacun des cultes reconnus.

Enfin, l'argent qui sert à créer et à entretenir l'école et à payer l'instituteur étant prélevé sur tous, sans distinction de doctrines et de cultes, il serait souverainement injuste de l'employer à prêcher les croyances des uns au détriment de celles des autres.

Ce n'est pas à l'école, c'est en dehors, à l'église, au temple, à la synagogue, dans les familles, etc., que l'instruction théologique ou anti-théologique trouve sa place naturelle. Comme l'a dit M. Littré : « Si le principe de l'éducation populaire ne doit plus être théologique, il ne doit pas être non plus athée. Il ne peut plus reposer que sur la connaissance réelle des choses, sur la nature de l'homme et les lois de l'évolution sociale (1). » De la sorte plus de conflits entre l'instituteur et les ministre des divers cultes, plus de froissements de consciences, plus d'atteintes aux droits de personne. L'école devient un terrain neutre où l'on n'enseigne que la science ; où tous, catholiques, juifs, protestants, déistes, athées, etc., peuvent venir s'asseoir et se serrer la main. Point de sectes en mathématiques, en algèbre, en géométrie, en physique, en chimie, en histoire naturelle, etc. Sont orthodoxes tous ceux qui savent ; il n'y a d'hérétique que l'ignorant. A une telle école les enfants oublieront ce qui les divise, pour ne plus voir que ce qui les unit. A ce salutaire contact on verra bien des malentendus et des préjugés disparaître, bien des haines tomber et des fanatismes s'éteindre. Ce n'est qu'ainsi qu'on pourra s'approcher de ce magnifique idéal des sociétés modernes : la pacification des esprits et la fraternité humaine universelle.

Il va sans dire que, d'accord avec tous les publicistes qui ont réclamé la laïcité de l'enseignement, je reconnais aux différentes écoles religieuses et philosophiques le droit d'élever librement à leurs frais des établissements sectaires à côté des établissements neutres de l'État. Ce mot d'enseignement laïque est généralement très mal compris non seulement des catholiques, mais de beaucoup de protestants et de libres-penseurs, qui croient devoir le repousser au nom de cette même liberté de conscience que nous, ses défenseurs, nous invoquons. Aussi lui préférerions-nous celui de neutralisation de l'enseignement public, assez clair par lui-même pour n'avoir pas

(1) *Remarques sur le socialisme* (*Revue de philosophie positive*, p. 427, 1871).

besoin d'être défini. Que d'équivoques on préviendrait ainsi! que d'esprits hésitants on rallierait à ce drapeau! Quoi qu'il en soit, nos adversaires, s'ils sont loyaux, reconnaîtront qu'entendu de la sorte, — et je ne sais aucun de ses partisans qui l'entende d'autre manière, — ce système est le seul qui respecte les droits de tous et de chacun, le seul qui donne à la fois satisfaction aux intérêts privés et à l'intérêt général.

Mais, disent quelques-uns, exclure l'enseignement religieux des écoles publiques, n'est-ce pas livrer la nation tout entière à l'incrédulité? Qu'en sait-on? Ce qui se passe aux États-Unis donne à penser tout le contraire. Nulle part les religions ne sont plus florissantes, malgré la séparation des Églises non seulement d'avec l'État, mais encore d'avec l'École (1). Quoi qu'il en soit d'ailleurs, ni la loi ni l'État n'ont rien à y voir. — Et puis, que pensent donc ceux qui tiennent un tel langage? La science, c'est-à-dire la connaissance du réel, serait-elle à ce point fatale aux théologies qu'il faille absolument ne la présenter aux esprits qu'enveloppée de merveilleux surnaturel? S'il en était ainsi, cela prouverait tout simplement que devant ses progrès de chaque jour elles sont, comme toute hypothèse contraire ou invérifiable, fatalement vouées à disparaître, de par la même loi naturelle qui les a fait se substituer par des révolutions fécondes au polythéisme de nos ancêtres, qui lui même fut un progrès sur le fétichisme grossier des premiers hommes. Mais encore une fois, là n'est pas la question. Chacun peut sur ce point penser comme il voudra. Je soutiens seulement qu'il est urgent et nécessaire de faire rentrer les religions dans leur domaine, ce qui n'est pas les opprimer. — Et qu'on ne dise pas qu'en excluant la religion de l'école, du même coup l'on en bannirait la morale. Parler de la sorte, c'est confondre deux choses aujourd'hui très distinctes : la morale et la religion. Il y beaucoup de religions, différentes et contradictoires; il n'y a qu'une morale commune à tous les peuples civilisés (2). L'histoire de tous les temps et de tous les

(1) Je dois toutefois le reconnaître, pour rester scrupuleusement fidèle à la réalité des faits; cette séparation des Églises et des Écoles n'est pas aussi complète aux États-Unis que l'on paraît le croire en général. Il est vrai que les doctrines religieuses confessionnelles sont rigoureusement bannies des écoles publiques; mais on y enseigne encore les principes généraux communs à toutes les sectes chrétiennes du Nouveau-Monde. (V. Hippeau, *l'Instruction publique aux États-Unis.*) Ce n'est point, on le voit, la séparation absolue des Églises et de l'École. Si la liberté de conscience des chrétiens y est respectée, il n'en est pas de même de celle des dissidents, juifs, mahométans, libres-penseurs, déistes, athées, positivistes, etc. Il y en a cependant là comme ailleurs, et le nombre en croît tous les jours, mais en moindre proportion que dans les pays catholiques. Je n'ai pas à montrer la raison de ce phénomène. Il me suffit de dire qu'il s'explique aisément.

(2) Non pas qu'à proprement parler la morale soit partout identique à elle-même.

pays montre d'ailleurs que si les religions engendrent les haines, les discordes et les guerres, c'est la morale qui les prévient ou les apaise, et que, si les religions divisent les hommes, la science, au contraire, et la morale les unissent. Quelle difficulté pourrait-il donc y avoir d'enseigner celle-ci, séparément de celles-là? « La morale, dit avec raison M. Guillemin, peut et doit être traitée ici comme une science, dégagée par suite de tout esprit de secte, n'étant que l'ensemble des lois et des préceptes qui, comme toutes les connaissances de l'homme, ont suivi des alternatives de progrès et de décadence pour s'élever aux conceptions les plus hautes de la justice, du dévouement et de la solidarité humaine. » « Il y a dans la nature même des choses, a dit M. Huxley, une raison pour chaque loi morale, aussi impérieuse et aussi bien définie que celle que l'on trouve au fond de chaque loi physique ; ainsi, le vol et le mensonge sont certainement suivis de conséquences aussi fâcheuses que le fait de mettre la main au feu ou de se jeter d'un cinquième étage (1). »

Voilà ce qu'il faudrait faire entrer dans l'esprit des nouvelles générations, à l'aide d'une solide instruction positive.

Avec le fatal système de rattacher toute la morale à des articles de foi et à des données purement subjectives, on sait ce qui arrive : lorsque ces idées dogmatiques ou métaphysiques s'évanouissent,— et c'est un phénomène qui se produit chez beaucoup d'hommes de nos jours, dès que leurs facultés cérébrales ont acquis un certain degré de développement ;— ce qui servait de base et de support unique à la morale venant à s'écrouler, la morale s'écroule aussi. Or, qu'en adviendra-t-il, je le demande, si leurs tendances sont mauvaises et leurs esprits peu éclairés, en un mot, s'ils sont incapables de trouver par eux-mêmes un autre fondement à la morale ?

C'est donc sur une autre chose que sur les dogmes mouvants de la théologie et de la métaphysique qu'il faut habituer les générations nouvelles à régler leur conduite.

La notion exacte et précise des vrais rapports des choses, résultant

L'examen des faits nous révèle de nombreuses diversités de race à race, de peuple à peuple, d'individu à individu, correspondant presque toujours aux différences qu'ont entre elles les religions, qui sont mères de la morale et dont celle-ci ne se distingue pas encore partout très nettement. Mais ces diversités ne sont pas assez grandes, elles ne modifient pas suffisamment l'ensemble des règles fondamentales pour semer la discorde entre les hommes et les empêcher de s'unir; elles tendent d'ailleurs à s'effacer de plus en plus sous le niveau commun de la science. Ajoutez à cela que la morale n'a rien de ce fanatisme incendiaire qu'allument les religions dans le cœur de leurs adhérents et qui, malgré les principes de tolérance introduits dans le monde par la philosophie, les fera longtemps encore se maudire et s'entretuer.

(1) *Revue des cours scientifiques,* du 19 septembre 1868. — Discours prononcé par M. Huxley, de la Société royale de Londres.

de l'ensemble des connaissances; le fait historiquement et expérimentalement démontrable de la solidarité d'actions, d'intérêts, qui existe tant entre les divers individus qu'entre les générations successives; le principe de la réciprocité des devoirs, soit individuels, soit collectifs, qui en découle; la considération de la grandeur morale à laquelle s'est élevée l'humanité et de la diminution qu'elle éprouve de tout acte contraire à la loi qui s'est dégagée de sa civilisation progressive; enfin la sanction naturelle de cette loi, je veux dire la joie et le trouble de la conscience, l'estime et le mépris publics, la crainte non seulement de la répression légale mais de tous les autres maux qui peuvent résulter de sa violation, l'espoir de la vie d'honneur sans fin qu'assure aux meilleurs d'entre nous le souvenir de la postérité reconnaissante, sont autant d'éléments d'une base de la morale autrement solide et durable que celle d'une volonté divine, hypothétique, armée d'un ciel et d'un enfer.

Grandiose et féconde sans doute nous apparaît cette conception de récompenses et de châtiments entre les mains d'un Dieu unique, si nous la comparons à celle des âges précédents; mais combien égoïste encore et combien inférieure à notre moderne conception de la morale humaine et sociale! Aussi la voyons-nous, après avoir longtemps constitué le plus puissant mobile de nos actes, perdre de jour en jour son vieil empire sur les âmes et reculer sans cesse en cédant le terrain que gagne la science. Si, d'un côté, le niveau moral s'élève dans cette portion de la classe riche et de la classe aisée qui reçoit ou se donne une instruction à peu près complète, s'il s'abaisse au contraire ou du moins ne s'élève pas dans la partie encore inculte et de beaucoup la plus nombreuse du pays, à quoi l'attribuer, en effet, sinon à ce que la science étend peu à peu sur les esprits son action moralisatrice, tandis que les théologies voient la leur s'amoindrir au sein des masses ignorantes elles-mêmes et dans les campagnes comme dans les villes?

Je viens d'esquisser rapidement dans ses traits principaux la théorie de la morale scientifique. Son influence déjà grande sur le perfectionnement des individus et des collectivités ne peut que se faire sentir de plus en plus au fur et à mesure que les progrès ultérieurs des sciences sur lesquelles elle a germé, la physiologie et la sociologie, lui permettront de se développer en se précisant davantage.

Mais il ne suit point de là qu'il faille renoncer à voir se généraliser la pratique de la morale et que le progrès moral doive fatalement rétrograder ou rester stationnaire, tant que les nouveaux principes n'auront pas prévalu. En dehors de toute doctrine reli-

gieuse ou métaphysique, par la seule force des habitudes mentales et des traditions séculaires, jointe à la culture de l'esprit par les sciences, et notamment par celles de l'homme et de l'humanité, il est dès maintenant possible de former des générations moralement supérieures aux précédentes, sans attendre que la morale ait atteint le degré d'avancement auquel sont déjà parvenues les autres sciences positives. Un lien étroit de dépendances unit entre elles les facultés intellectuelles, esthétiques et morales de l'être humain, en sorte qu'à chaque développement des deux premières ou de l'une d'elles correspond dans la dernière un développement parallèle et proportionnel. Il suit de là qu'en général, abstraction faite des divers éléments qui peuvent venir parfois modifier ce rapport, la valeur morale d'un homme est en raison directe de l'amplitude de son esprit et de l'étendue des connaissances qu'il possède. Ceci n'est pourtant vrai qu'autant qu'il s'agit de connaissances générales ou de l'ensemble des sciences particulières synthétisées par la philosophie. Loin d'accroître le sens moral, il arrive, en effet, souvent que l'étude exclusive d'une ou de plusieurs sciences isolées reste sans influence aucune sur cette faculté, lorsqu'elle n'a pas pour résultat de l'amoindrir, et même, cela s'est vu, de l'atrophier complètement. Aussi, demandons-nous que la spécialisation ait toujours pour base une forte généralisation scientifique.

Aux considérations que j'ai présentées plus haut, on a quelquefois essayé de répondre en invoquant le prétendu droit des communes à organiser dans leur sein, comme bon leur semble, l'enseignement laïque ou religieux, neutre ou sectaire, et en déniant à la loi le pouvoir de leur imposer l'un plutôt que l'autre. Mais que serait l'application d'une telle doctrine, sinon l'écrasement de l'individu par la masse, l'oppression des minorités par les majorités dans leurs libertés les plus chères et dans leurs droits les plus sacrés ? S'il est dans notre droit public moderne un principe fécond et digne de respect, c'est à coup sûr celui qui, s'élevant bien au-dessus de la mêlée humaine, des passions, des intolérances de sectes et de partis, proclame et garantit à tous le libre jeu de leurs facultés, la pleine liberté de leur développement, à l'abri des empiétements du nombre et de la force. Que parle-t-on ici de droit du nombre ? Les droits de la conscience priment ceux des majorités ou, pour mieux dire, contre la conscience, les majorités sont sans droit, qu'elles soient communales, départementales ou même nationales. Pour que ces principes soient sauvegardés, il ne suffit même pas que l'État ou les communes ôtent aux congréganistes la direction des écoles publiques pour la confier à des laïques, et ce n'est même point par là que l'on doit

commencer. Où trouver, en effet, du jour au lennemain, un nombre suffisant d'instituteurs civils capables, pour combler tous les vides que ferait dans nos écoles la suppression immédiate et complète de l'élément congréganiste? Et qu'importe après tout que les directeurs soient changés, si la direction reste la même? Ce à quoi il faut s'appliquer tout d'abord, c'est à distraire des écoles l'enseignement sectaire ou religieux, en éliminant formellement des programmes tout ce qui est entaché de ce caractère. Réforme immédiatement réalisable par loi ou par décret, et qui ne peut donner lieu dans la pratique à aucune difficulté. Le reste après viendra de soi (1).

Le principe que je viens d'établir, de la neutralisation des écoles publiques, n'est pas absolument nouveau. Il a fait son entrée dans le monde en même temps que les grands principes de liberté, d'égalité et de fraternité humaines. De la Hollande, où il a pris naissance, il est passé en Écosse et en Irlande, — dans ce dernier pays avec l'assentiment du pape Grégoire XVI; — c'est à lui que l'instruction publique, en Amérique, doit en grande partie son incomparable prospérité; à lui que le haut Canada, l'Australie et jusqu'aux îles Sandwich, encore barbares il n'y a que cinquante ans, doivent leurs merveilleux progrès. En France, depuis le remarquable rapport de Condorcet, en 1792, on a bien souvent demandé la sécularisation de l'école aux nombreux gouvernements qui se sont succédé; mais aucun n'a encore jugé à propos de l'accorder. L'Angleterre, la Belgique, l'Allemagne, la Suisse, etc., la réclament de leur côté avec une croissante énergie.

Je viens de passer en revue le peu qu'on enseigne à l'école; mais que n'aurais-je point à dire sur ce qu'on n'y enseigne pas! Quand il en sort, vers l'âge de douze ou quatorze ans, l'enfant, qui sera bientôt un citoyen et qui aura comme tel des devoirs à remplir, des droits à exercer envers la société dont il est membre, n'en emporte aucune notion sur l'histoire, la géographie, et l'organisation civile et politique de cette société. Non seulement il ne soupçonne en rien quelle a été la marche de l'humanité à travers les siècles, ni

(1) Il faut néanmoins le reconnaître, bien que lésant la justice et la liberté, la loi qui attribuerait aux municipalités le pouvoir d'établir à leur gré, dans les communes, des écoles laïques ou congréganistes, constituerait un progrès réel sur la législation actuelle. Aujourd'hui, en effet, la situation faite aux communes est celle-ci : elles n'ont la faculté de changer un instituteur communal qu'au cas de vacance, par suite de révocation ou décès, et, comme les congrégations ne meurent point, il en résulte qu'elles peuvent bien, à tout instant, remplacer des laïques par des congréganistes, mais jamais ou presque jamais des congréganistes par des laïques. Par ce moyen détourné, la loi accorde à l'enseignement congréganiste un privilége monstrueux contre lequel s'élèvent vainement les protestations d'un grand nombre de conseils municipaux. Aussi accepterais-je comme provisoire la mesure que l'on propose, mais non comme définitive.

comment s'est formée peu à peu la France, ni ce que c'est que la grande Révolution française de 89 et l'état social qui est sorti de ses flancs ; mais il ne possède pas la moindre idée de la constitution qui le régit, de la législation qu'il est « censé connaître », des attributions des juges de paix, des tribunaux, du pouvoir central, des maires, des conseils municipaux, des conseils d'arrondissement, des conseils généraux, et des assemblées nationales qu'il est chargé d'élire, comme trente-huit millionnième de souverain. De tout cela, il n'a jamais entendu parler, pas plus que de Corneille, de Racine, de Molière, de Bossuet, de Fénelon, de Montaigne, de Montesquieu, de Rousseau, de Voltaire, de Galilée, de Képler, de Newton, de Pascal, de Descartes, de Lavoisier et de tous les grands hommes qui ont tant contribué à élever la France et la civilisation tout entière au point où nous les voyons aujourd'hui. En revanche, demandez-lui de quelles tribus se composaient Israël et Judas, quelles étaient les lois promulguées par Dieu même sur le mont Sinaï, ce qu'étaient Abraham, Isaac et Jacob, Rachel et Rébecca, Joseph et Putiphar, Samson, le roi David, etc. Si c'est un bon élève, il saura vous le dire ; peut-être même pourra-t-il vous conter quelques-unes de leurs aventures. Mais ne le sortez pas de là. Et voilà pourtant l'homme qui va être appelé à se prononcer sur les questions politiques et sociales les plus graves de son temps et de son pays. En vérité, ne serait-ce pas bouffon si ce n'était si triste?

« Mais ce que l'enfant apprend le moins avec cette éducation, dit M. Huxley, c'est à comprendre les lois du monde physique et les rapports de cause à effet que l'on y observe. On doit d'autant plus regretter ce fait, que le pauvre est plus particulièrement exposé aux maux physiques, et qu'il a, par suite, un plus grand besoin de savoir les écarter que toute autre classe de la société. Si quelqu'un a intérêt à connaître les lois ordinaires de la mécanique, on croirait que c'est l'ouvrier manuel qui travaille journellement parmi les leviers et les poulies, et ainsi de suite pour les autres branches de métiers mécaniques. Si quelqu'un doit se préoccuper des lois de la santé, c'est le pauvre dont les forces sont épuisées par suite d'une alimentation mal préparée, dont la santé est minée par l'effet d'une mauvaise aération et d'un mauvais drainage et qui perd la moitié de ses enfants par des maladies qui auraient pu être évitées. Non seulement l'instruction primaire actuelle s'abstient rigoureusement de lui faire comprendre que quelques-uns de ses maux les plus graves peuvent être rattachés à de simples agents physiques, qu'on écarterait avec de l'énergie, de la patience et de la frugalité ; mais elle fait pis, elle le rend, autant qu'elle le peut, sourd aux conseils de ceux qui

pourraient l'aider, et elle s'efforce de remplacer sa tendance naturelle à rechercher une meilleure condition par une soumission orientale à ce que l'on déclare faussement être la volonté de Dieu (1). »

Nous venons de voir combien est défectueuse la partie *obligatoire* du programme actuel. Quant à la partie *facultative*, je n'ai pas à la discuter, par la raison qu'elle n'est presque nulle part en vigueur. M. Liès-Bodart, l'éminent inspecteur d'Académie de la Gironde, déclare formellement, dans son rapport de cette année, que de toutes les écoles du département il n'y en a qu'une seule, l'école primaire supérieure de Bordeaux, où ce programme soit suivi d'une manière régulière. On peut juger par là de ce qui doit se passer dans les autres villes et les autres départements, qui sont, pour la plupart, beaucoup moins avancés que Bordeaux et la Gironde.

En résumé, l'instruction qu'on donne, à l'école, à l'immense majorité de la nation, n'est qu'un vain simulacre dépourvu de réalité, un fantôme qui se dissipe dès qu'on veut regarder de près. Elle éclaire l'esprit d'un jour si terne et si fugace que presque autant vaudrait la nuit.

Dans ces conditions on aura beau multiplier les écoles, rendre l'enseignement primaire gratuit et obligatoire, tout sera vain, si l'on ne commence par réformer de fond en comble les programmes.

2° *Programmes de l'enseignement secondaire.*

Ces programmes sont ceux des examens du baccalauréat ès-lettres et du baccalauréat ès-sciences. Par suite du droit exclusif de l'État à la collation des grades et des diplômes, on les retrouve appliqués non seulement dans les lycées et les colléges, mais dans tous les autres établissements d'instruction secondaire, autres que les établissements publics ou libres d'enseignement spécial ou professionnel.

Que l'Université ait rendu des services à son origine, qu'elle ait satisfait autrefois, dans une assez large mesure, aux besoins des générations qu'elle avait mission d'élever; sans en être bien convaincu, je n'entends pas le contester. Mais elle a eu le tort immense de se croire parfaite et partant de se proclamer immuable, de fermer sa porte au progrès et finalement de rester toujours la même dans un milieu social et scientifique, qui s'est bien modifié depuis sa création. Ce défaut, comme l'a montré M. Michel Bréal, tient aux racines même de son organisation. Une réforme radicale pourra seule l'en extirper. Il m'est bien permis de le dire, après la circulaire dans laquelle le Grand-Maître de l'Université lui-même, M. J. Simon,

(1) *Revue des cours scientifiques* du 19 septembre 1868.

convient que l'enseignement secondaire « ne donne pas tous les résultats qu'on aurait droit d'en attendre, » que non seulement les élèves n'apprennent rien en fait de langues vivantes, mais qu'ils « n'écrivent qu'imparfaitement leur langue, oublient très vite le peu de latin qu'on leur a appris et ne savent pas un mot de grec.» Cet aveu, quelque incomplet soit-il, n'en est pas moins précieux à recueillir, sortant de la bouche d'un ministre. Pour se faire une juste idée de la valeur de ces études, il faut ouvrir le remarquable ouvrage de M. Bréal, dont j'ai déjà parlé. On y verra d'une part ce qu'est dans nos colléges et lycées l'enseignement du français, du latin, du grec, de l'histoire, de la géographie; d'autre part, ce qu'il pourrait et devrait être. Les méthodes et les procédés sont absolument défectueux. Il a fallu toute la force d'inertie et d'immobilité de cette puissante institution pour ne pas se laisser pénétrer par les progrès immenses qu'ont faits dans ces derniers temps la philologie et la pédagogie. On ne peut expliquer autrement, qu'après huit ou neuf ans en moyenne, exclusivement consacrés à l'étude des langues anciennes, les jeunes gens, même les plus studieux et les mieux doués, soient incapables d'interpréter le moindre passage d'un auteur non encore expliqué, et que ce travail leur ait laissé une telle impression de dégoût, qu'ils ne seront jamais durant toute leur vie, tentés d'ouvrir un seul livre grec ou latin.

Mais je suppose que les programmes actuels soient appliqués au mieux dans nos colléges et nos lycées, que l'étude de l'antiquité y soit parfaitement conduite, que les langues grecque et latine y soient étudiées non pas seulement comme langues, mais comme des éléments de la science philologique, qu'au lieu de consister en une suite fastidieuse de rois et d'empereurs, de querelles et de combats, l'histoire y soit le vrai tableau des civilisations antiques. Même alors il n'y aurait point lieu d'être satisfait. Je n'ai encore signalé que le moindre défaut de ces programmes. Autrement grandes sont les lacunes, autrement radicaux les vices que je tiens à mettre en relief.

Le premier reproche à adresser à l'enseignement secondaire, comme à tous les autres degrés de l'enseignement universitaire, c'est le manque absolu d'homogénéité dans les programmes et les méthodes, provenant du défaut d'homogénéité dans les doctrines. Partout la méthode *à priori* à côté de la méthode *à posteriori,* qui l'exclut cependant. Ici l'Université dit à ses élèves par la voix de ses professeurs de sciences : ne tenez jamais pour vrai que ce qui est démontré; en observant, défiez-vous des sens et de l'imagination, montez toujours des faits aux lois, du concret à l'abstrait, du connu

à l'inconnu, et rejetez soigneusement toute hypothèse qui ne s'appuierait pas sur une série de phénomènes convenablement observés. Là, par ses professeurs de lettres, elle les habitue, au contraire, à bâtir sur le sable des hypothèses, à expliquer le concret par l'abstrait et le connu par l'inconnu, à accepter enfin comme vérités d'évidence des théories toutes subjectives que nul n'a jamais démontrées et ne démontrera jamais, parce qu'elles échappent par leur nature à toute vérification. Cet illogisme saute surtout aux yeux, quand on compare l'enseignement de l'histoire et de la philosophie dans nos lycées à celui des sciences proprement dites, comme les mathématiques, l'astronomie, la physique, la chimie, etc. Il en résulte que, tiraillés en sens contraires, les élèves ne savent auquel entendre ni de quel côté se diriger. Leur jugement se fausse et s'obscurcit. Dans leurs pauvres esprits, qu'on met à la torture, il n'y a que doute et confusion. C'est le chaos. De là, pour une grosse part, l'anarchie intellectuelle des temps où nous vivons. Dans tout homme il y a deux esprits, deux doctrines contradictoires. Il faut de toute nécessité rétablir l'unité dans les intelligences, d'une part en substituant une méthode unique, la méthode expérimentale, aux méthodes diverses qui se partagent aujourd'hui les branches de l'enseignement, d'autre part en fondant en un seul les deux programmes littéraire et scientifique du baccalauréat. Ce n'est pas que je veuille ressusciter pour le combattre ce monstre de la bifurcation. D'importantes améliorations, je suis heureux de le reconnaître, ont été réalisées il y a quelques années dans l'un et l'autre de ces programmes. Mais il reste toujours deux programmes distincts, dont l'un se compose presque exclusivement de ce qu'on nomme les « études classiques », et dont l'autre comprend l'enseignement, tout aussi exclusif de ce que l'on appelle les « sciences ». Je ferai voir plus loin que cette distinction entre les lettres et les sciences est purement artificielle, les lettres étant appelées à devenir partie intégrante de la science, dès que les phénomènes qu'elles ont pour objet auront été soumis à la même méthode qui a servi à former les autres branches déjà positives du savoir.

Il résulte de la scission dont je viens de parler que, pour être un homme à peu près complet, l'élève de nos lycées doit embrasser à la fois les deux programmes. Mais comme l'un des deux diplômes suffit à ouvrir aux jeunes gens la carrière qu'ils ambitionnent, il n'y en a, en fait, qu'un très petit nombre qui visent à les réunir. Dans une remarquable étude sur l'instruction moderne, publiée en 1867, dans la *Revue de philosophie positive*, M. G. Wirouboff a bien fait ressortir l'absurdité et les inconvénients de ce système : « On dit à la jeunesse qui vient chercher des lumières : Choisissez, voilà deux vérités qui

sont également bonnes, quoique contradictoires ; voilà deux portes qui vont vous ouvrir deux carrières incompatibles : si vous entrez par l'une, vous deviendrez philosophe, mais vous mépriserez et vous ignorerez la science qui fait la gloire de votre siècle; si vous entrez par l'autre porte, vous connaîtrez cette science, mais vous ignorerez et vous mépriserez tout cet immense travail de la pensée humaine, qui fait la gloire de nos pères. » Aussi qu'arrive-t-il ? C'est que, partagée entre deux modes d'éducation contradictoires qui la divisent forcément sur la façon de concevoir l'ensemble du monde et ses détails, la jeunesse se scinde en deux fractions adverses qui ne peuvent jamais s'entendre. En sorte que l'instruction, loin de contribuer à l'accord des esprits, ne fait que les diviser davantage et augmenter le mal dont nous souffrons. C'est avec ce système que l'on a, d'une part, des avocats, des magistrats, des administrateurs, des hommes de lettres, qui peuvent être très éminents dans leurs spécialités respectives, mais qui sont dénués de toute culture scientifique; d'autre part, des mathématiciens, des astronomes, des physiciens, des chimistes, des industriels, qui peuvent être des savants, mais qui sont incapables de juger convenablement les faits de gouvernement, de politique et d'histoire.

Cet état de choses est déplorable. Mais les inconvénients qui en résultent n'ont pas la même gravité dans l'un ou l'autre cas. La connaissance des sciences importe aujourd'hui beaucoup plus que celle des lettres. Et cependant, comme le diplôme de bachelier ès-lettres est le seul qui soit exigé à l'entrée des carrières libérales, les jeunes gens qui travaillent à l'obtenir sont incomparablement plus nombreux que ceux qui visent au diplôme scientifique. C'est donc sur le programme du baccalauréat ès-lettres que doit se porter surtout notre attention.

Prenons un jeune homme de dix-huit ans, qui rentre dans sa famille, après huit ou neuf ans de ce régime universitaire, qui n'a guère d'analogue que le bagne, le cloître et la caserne. Voyons un peu ce qu'il sait et de quoi il est capable. — Il a quelque teinture de grec et de latin. On l'a même initié jusqu'à un certain point aux mœurs des peuples disparus. S'il a de la mémoire, il peut dire par cœur l'interminable succession des rois d'Egypte, des héros grecs, des empereurs romains. Mais voilà tout. Ses pensées sont les mêmes qui s'agitaient, il y a quelques milliers d'années, dans les crânes romains, grecs, hébreux, égyptiens; modifiées, il est vrai, mais sans bien grand profit pour des modernes, par la philosophie du moyen âge ou la métaphysique officielle. Des sciences, pas l'ombre. Il ignore tout de son siècle; on l'a élevé comme s'il avait dû vivre du temps

d'Homère, d'Aristote ou de Cicéron. Aussi, quand il arrive dans la vie, c'est comme s'il entrait dans un monde nouveau. Autour de lui tout est mystère. Les phénomènes de la nature, les faits sociaux de tous les jours sont pour lui des énigmes qu'il essaierait vainement de saisir. Va-t-il continuer ses travaux littéraires, fouiller l'antiquité, devenir latiniste, helléniste, historien ? Il en est, au contraire, à jamais dégoûté. — Qu'en faire alors? — Un commerçant ? Mais il ignore absolument dans quels pays, en quelles villes et par quels procédés se fabrique tel ou tel article de commerce, où l'on peut l'écouler, en un mot, tout ce qu'il aurait le plus grand besoin de savoir. — Un industriel ? Il n'entend rien à la physique, à la chimie, à la mécanique. Mettez-le en face d'une machine, il la regardera d'un œil distrait ou ébahi, sans pouvoir s'expliquer les rouages qui la composent, la force qui la meut, la façon dont elle transforme les matières premières en objets manufacturés. Il sait le superflu, mais non le nécessaire. C'est une éducation qui ne vaut guère mieux que le défaut complet d'éducation. Sans doute il pourra être avocat, magistrat, avoué, notaire, fonctionnaire, administrateur; mais ces carrières sont encombrées; le courage lui manquera; il ne fera probablement qu'un oisif et un déclassé.

C'est cependant pour en arriver là que ses parents l'ont enfermé pendant neuf ans dans une prison universitaire, au prix de 20 à 30,000 francs. Il est vrai qu'ils ont l'orgueil de pouvoir dire : « Mon fils est bachelier. » Beaux résultats, en vérité! Et qu'il y a lieu de s'en enorgueillir ! Tout le temps qu'a perdu leur fils à faire péniblement, à coups de dictionnaires, des thèmes et des discours latins, des vers latins, des thèmes grecs, pour avoir l'air d'apprendre deux langues mortes, qu'il n'aura jamais l'occasion de parler ni d'écrire, croit-on qu'ils n'eussent pas mieux fait de l'employer à lui faire étudier les sciences et les langues vivantes, comme l'anglais, l'allemand, l'espagnol, l'italien, qui sont indispensables dans la vie ?

Je sais bien ce qu'on dit, pour justifier le temps énorme consacré dans les classes à l'étude des langues mortes : le français dérivant du grec et du latin, il est nécessaire d'y remonter pour bien comprendre notre langue. Malheureusement la manière dont ces langues sont étudiées n'est pas précisément de nature à éclairer la formation de la nôtre et en faire comprendre le génie. Je crois d'ailleurs que si, sous ce rapport, elles sont indispensables à l'érudit, au littérateur, au linguiste, il n'en est pas de même de la masse des hommes instruits, qui pourraient s'en passer sans un très grand dommage. En tout cas, j'en appelle aux philologues et je leur demande s'il n'est pas vrai qu'il soit possible, par des méthodes rationnelles,

d'apprendre ces langues en deux années beaucoup mieux que nous ne les avons apprises en huit.

Mais, répliquent les partisans de la prédominance des langues mortes, ces études n'ont pas seulement pour objet de faire connaître aux jeunes Français les origines de leur langue, elles servent encore à les initier à la connaissance des grandes civilisations d'autrefois et de leurs immortels chefs-d'œuvre. — Le but, sans doute, est excellent, mais à la condition de ne pas nuire au but général de l'éducation, qui est la connaissance, non pas de telle ou telle période de l'humanité, mais de toutes ses périodes et de tout l'ensemble du savoir et des produits accumulés par elle. Le mode actuel d'enseignement est loin, d'ailleurs, de correspondre aux raisons que l'on fait valoir. Combien, au sortir du collége, connaissent Homère, Platon, Sophocle, Aristophane, Virgile, Cicéron, Horace même, autrement que comme les empoisonneurs maudits de leur jeunesse? Je ne crains pas d'avancer qu'avec un professeur intelligent, — et il n'en manque point, — qui lirait ou ferait lire ces auteurs à ses élèves dans de bonnes traductions françaises, en les accompagnant de commentaires, deux années suffiraient à leur donner des mœurs et de la littérature antique une idée mille fois plus exacte et plus complète, une admiration mille fois plus réelle que celles qu'ils emportent actuellement du collége après huit ans d'inutiles efforts.

Certains tenants des « études classiques » ne se tiendront pas pour battus. Ils s'écrieront naïvement : — Nous n'apprenons rien, c'est très vrai; mais nous apprenons à apprendre, et c'est là le tout de l'éducation. L'étude des langues anciennes par les thèmes et par les discours restera toujours, quoi qu'on fasse, la meilleure des gymnastiques intellectuelles. — Enseignées comme elles le sont, je ne vois vraiment pas très bien quel avantage elles pourraient offrir, même de ce côté. Mais je suppose les procédés d'enseignement irréprochables, croit-on que le profit qu'en retirera l'élève puisse être comparé à celui que lui procurerait l'étude approfondie des sciences et des langues modernes ? D'une part, l'étude de ces langues, l'histoire de leur formation, lui faciliteraient l'intelligence des vieilles littératures en même temps qu'elles lui permettraient d'en comprendre tout l'intérêt; d'autre part, la lecture des auteurs anglais, allemands, espagnols, italiens, etc., remplirait son esprit d'une foule de notions inconnues des anciens, à l'aide desquelles il lui serait possible de comparer leur civilisation à la nôtre et de comparer entre elles celles des différents pays contemporains. Peut-être deviendrions-nous alors moins ignorants et par suite moins dédaigneux de ce qui se passe hors de chez nous. Or, il ne faut pas l'oublier, ce sot dédain qui

vient de l'ignorance, retient notre pays dans un état d'infériorité déplorable à l'égard des nations étrangères; il doit figurer pour une grosse part dans nos désastres.

J'ai parlé aussi des sciences. Ce sont elles surtout qui doivent servir à développer l'intelligence et à former la raison de l'enfant. De même, en effet, que l'esprit fait progresser la science, la science fait progresser l'esprit. Elle exerce la mémoire, qu'elle emplit, non de mots et de faits indigestes, sans lien ni coordination, mais de connaissances réelles et méthodiquement accumulées. Elle discipline l'esprit en lui faisant connaître la puissance et la faiblesse de nos sens, en l'apprenant à se défier de l'imagination et des aberrations dont elle est la source, en l'habituant à n'affirmer que sur des preuves, à suspendre scrupuleusement son jugement partout où elles font défaut, à refuser tout crédit à l'erreur et aux hypothèses invérifiables, à ne jamais s'incliner, enfin, que devant la vérité démontrée, seule idole légitime du genre humain.

Peut-être dira-t-on que trop de science positive risquerait de tuer l'imagination, de couper les ailes au génie, d'ôter à l'existence les illusions qui la dorent et les charmes qui la poétisent. — C'est une double erreur. — Bien loin de porter atteinte au bonheur de l'homme, l'éducation scientifique ne ferait au contraire que le mieux assurer, en agrandissant ses idées, en élevant son idéal, en découvrant à ses regards de nouveaux horizons tout resplendissants de lumière, en l'arrachant surtout aux mille terreurs de la superstition, fille de l'ignorance. De plus, connaissant mieux les causes de ses maux, les agents qui les modifient, il pourrait s'employer plus efficacement à les combattre et augmenter ainsi, en même temps que son bien-être individuel, le bien-être collectif de la patrie et de l'humanité. Enfin, je ne vois pas davantage en quoi le génie poétique des Gœthe, le talent littéraire des Pascal, des Buffon, des Fontenelle, des Cuvier, des Littré, pour ne citer que ces grands noms, a pu avoir à souffrir de leur vaste science. Loin d'appauvrir leur imagination, elle lui donna des aliments, la conduisit et l'empêcha de s'égarer. La science n'est point si sèche et si aride que l'on croit. Rien n'empêche qu'elle soit la source d'où jaillisse l'inspiration.

Ce qui devrait nous préoccuper, c'est bien moins l'inquiétude de voir disparaître la poésie, que celle de voir l'ignorance se perpétuer au milieu de nous. « N'est-il pas honteux en effet, s'écrie M. le Dr Azam, que notre vie se passe au milieu de choses que nous ne connaissons pas ? Nous ignorons tout, la terre et les eaux; rien dans l'univers matériel ne nous intéresse, et notre esprit affamé se repaît de chimères et de roman. Et cependant, où sont les contes de fées,

les extases de l'Hindou, qui soient plus charmants, plus étranges ou plus grandioses que les profondeurs des eaux et de la terre, les miracles de l'électricité, les merveilles du monde céleste, etc., etc. Malheureusement tout cela est vrai.... On croit volontiers qu'il est au-dessous du pur esprit qui nous anime de s'occuper de la vile matière, et ceux qui s'intéressent à cette *guenille* sont d'abominables matérialistes. On est rêveur, poéte, théoricien, idéologue. Exilé pour un temps sur la terre, l'homme doit quitter sans regret cette vallée de larmes et dédaigner la science dont les fruits sont amers. Que sais-je..... Il est bien plus facile d'imaginer que de savoir, et les ignorants ne manqueront jamais d'excuse (1). »

Au reste, nous sommes loin d'être aussi exclusifs que nos adversaires. Pour ma part, je ne veux nullement exclure des programmes l'étude de l'histoire ancienne et des langues grecque et latine, dont j'apprécie, autant que qui que ce soit, l'incontestable utilité. Je demande seulement qu'on les mette à leur place, qu'elles ne soient plus à elles seules tout le fonds de l'éducation, mais simplement une partie notable dans l'harmonieux ensemble des sciences. Je demande aussi que l'on cesse de scinder le savoir humain, attribuant telle portion à l'un, telle portion à l'autre. Les « lettres » et les « sciences » sont des parties d'un même tout, qui est la *science*. Loin de s'exclure, elle doivent donc s'unir et concourir ensemble au même but : le perfectionnement indéfini de l'humanité.

Les critiques que j'ai adressées au programme de l'enseignement primaire, à propos de l'enseignement religieux et de l'enseignement moral basé sur des conceptions *à priori,* s'appliquent *à fortiori* aux programmes du second degré d'instruction. Quant à l'enseignement secondaire de filles, je ne puis malheureusement rien en dire, si ce n'est qu'il est encore à créer dans notre pays (2).

En résumé, nous venons de voir que les programmes des deux premiers degrés de l'enseignement se composent, l'un d'éléments par trop élémentaires, l'autre de connaissances assez étendues, quoique fort incomplètes aussi, mais qui sont ou exclusivement littéraires ou exclusivement scientifiques. Le premier genre d'instruction est le seul que reçoive la masse de la nation, qui, comme souveraine, est appelée à diriger la société civile et politique et qui rend ses arrêts par le suffrage universe.. Le second ne s'adresse qu'aux

(1) Le journal *la Gironde,* 4 et 5 septembre 1871.

(2) Des cours d'enseignement secondaire ont cependant été organisés, sous le ministère de M. Duruy, par les professeurs des lycées à Paris, Bordeaux, et dans quelques autres grandes villes. On se rappelle quelles attaques et quelles malédictions il leur fallut essuyer de la part de l'épiscopat.

enfants des familles ou riches ou très aisées qui peuvent se permettre de fortes dépenses pour leur éducation.

Entre ces deux degrés, aucun intermédiaire. Tout moyen d'instruction sérieuse est refusé à cette classe moyenne composée de petits propriétaires cultivateurs, de petits fabricants ou industriels, dont la fonction sociale prend cependant tous les jours une importance de plus en plus considérable. Pour eux, l'instruction primaire actuelle est absolument insuffisante, et l'instruction secondaire un luxe qu'ils ne peuvent se permettre et qui, d'ailleurs, ne leur serait d'aucune utilité. Ils sont donc condamnés à s'en tenir au morceau de pain de l'enseignement primaire. C'est en effet ce que montrent les statistiques. Sur plus de 5,000,000 d'enfants en âge de fréquenter l'école, il n'y en a pas 150,000, c'est-à-dire pas même les trois centièmes, qui poussent leurs études jusqu'à l'enseignement secondaire. Les 4,900,000 autres sont dans l'impossibilité de s'élever au-dessus du niveau dérisoire de l'école primaire. Je me borne à signaler cette lacune immense. Plus loin j'exposerai quels sont, à mon avis, les moyens de la combler.

II.

RÉVISION DES PROGRAMMES.

De l'examen critique qui précède ressort l'absolue nécessité d'une refonte complète des programmes actuels de l'instruction publique, afin de les mettre au niveau de la science et des besoins de la civilisation moderne. Mais sur quels fondements conviendra-t-il d'asseoir le nouvel édifice?

C'est une proposition évidente par elle-même que lorsqu'on construit un programme, il faut en calculer les dispositions de manière à ce qu'il produise la plus grande efficacité. Pour cela, il est indispensable de consulter l'état et les besoins de la civilisation contemporaine.

Quel est, en effet, ou plutôt quel doit être le but de l'instruction publique en tout pays, mais principalement dans les démocraties? C'est de mettre les nouvelles générations en possession de toutes les connaissances qui constituent le patrimoine intellectuel et moral de l'humanité, afin qu'elles puissent continuer sans interruption l'œuvre de leurs devancières et marcher en avant dans la voie qu'elles ont frayée. Le meilleur des programmes sera donc celui qui permettra au plus grand nombre des nouveaux venus dans la famille humaine de s'assimiler la plus grande somme possible de connaissances acquises par les générations qui les ont précédés. Supposons, en effet, qu'au lieu de s'inspirer de l'état actuel de la science et des idées dominant aujourd'hui, nos programmes ne soient que le pâle

reflet des idées d'un autre âge, du siècle de Louis XIV, par exemple. Il en résultera forcément un arrêt considérable dans la marche de la civilisation en général, et de notre pays en particulier, qui se trouvera de la sorte en arrière de plusieurs siècles sur les autres (1). Une discordance fatale ne pourra manquer de se produire entre l'état d'esprit des masses ainsi élevées, et celui du groupes d'hommes plus avancés qui marquent le niveau scientifique de leur temps et de leur pays. De là d'immenses périls sociaux, qui sont assez patents chez nous pour qu'il soit superflu de les énumérer. C'est donc sur la science la plus avancée qu'il faut baser les programmes de l'instruction publique à chaque époque, et tout progrès dans la science doit être aussitôt suivi d'une modification correspondante dans les programmes.

En conséquence, il nous faut rechercher d'abord quelle est la caractéristique de l'état intellectuel de ce temps, puis ranger les sciences suivant un ordre méthodique pour en tirer le programme le plus conforme à leur classification naturelle, en même temps que le plus propre à faciliter leur enseignement aux générations qui s'avancent.

Ce qui caractérise plus que tout la phase de développement intellectuel que nous traversons, c'est un besoin, qui va sans cesse grandissant, de notions positives ou scientifiques. Les conditions de la vie moderne ne ressemblent en rien à celles des siècles précédents. Sous l'influence des immenses progrès que la méthode expérimentale a provoqués dans les sciences, principalement en physique et en chimie, l'agriculture et plus encore le commerce et l'industrie ont pris rapidement une extension extraordinaire. De vastes horizons se sont ouverts aux yeux de l'humanité, des besoins nouveaux ont surgi et continuent de surgir tous les jours. Les forces de la nature. disciplinées par l'homme et accommodées à son service, tendent de plus en plus à diminuer l'importance de ses travaux physiques. Aux muscles de l'ouvrier se substitue peu à peu le travail des machines qu'il fait mouvoir ; en sorte que ce qu'il lui faut aujourd'hui, c'est moins la force brutale que le savoir.

Mais ce n'est pas dans la classe ouvrière seulement, c'est dans toutes les classes de la société que se manifeste, à des degrés divers, l'irrésistible tendance que je viens de signaler. Si le travailleur, si le manouvrier a besoin de science, à combien plus forte raison l'agriculteur, le commerçant, l'industriel, qui sont appelés à le diriger, comme lui à diriger les machines.

(1) Ceci n'est pas une pure hypothèse ; le cas s'est réalisé notamment en Espagne, avant qu'à son tour elle fût saisie par le mouvement rénovateur.

« La science, dit M. de Quatrefages, est aujourd'hui partout; elle tend de plus en plus à devenir la souveraine du monde. Quelle industrie n'a besoin de la mécanique, et quelle est celle qui voudrait s'en tenir aux progrès déjà réalisés par cette science ? Quelle est celle qui repousserait le secours de la chimie ? Quel médecin, digne de ce nom, consentirait à se passer de la physiologie, de cette science complexe, fille de la chimie, de la physique et de la mécanique tout autant que de l'anatomie ? Quel agriculteur éclairé ne comprend que les problèmes de culture et de production sont essentiellement des questions de zoologie, de botanique, de géologie et de chimie (1) ? »

Parlerai-je du militaire ? De nos jours, la science ne lui est pas moins nécessaire qu'à l'agriculteur, à l'industriel et au médecin. Il n'est pas jusqu'au simple soldat qui n'en ait le plus grand besoin. C'est ce qu'ont bien démontré M. de Quatrefages, dans le discours que j'ai cité, et M. Laussedat, lieutenant-colonel du génie, dans l'important mémoire qu'il a lu en assemblée générale, sur les applications de la science à l'art moderne de la guerre.

Enfin, ceux-là même qui ne se destinent à aucune des professions que je viens de citer, ne peuvent pas non plus se passer de sciences. Incapables de concevoir le monde et de se rendre compte par eux-mêmes des moindres phénomènes de la nature, ils se prendront bientôt à regretter les lacunes de leur éducation première, qu'il leur sera le plus souvent impossible de réparer.

Voilà donc le signe distinctif de l'état intellectuel à notre époque : une soif insatiable de notions fixes et positives. Et c'est à cet état, aux besoins qu'il révèle, que nous devons conformer les programmes de notre enseignement public.

Mais il ne suffit pas que cét enseignement soit scientifique, il faut qu'il soit encyclopédique, c'est-à-dire qu'il doit comprendre, non pas tel ou tel fragment, mais la totalité du savoir humain. J'ai fait voir combien incomplets sont nos programmes d'instruction primaire et secondaire. Nous avons tous plus ou moins souffert de cet état de choses. Les uns, doués de belles aptitudes naturelles pour la science en général ou pour telle science en particulier, ont vu ces aptitudes méconnues et laissées sans culture, par suite de l'insuffisance des programmes appliqués à l'école, au collége, au lycée. Réduits en fait de science à la portion congrue, obligés de se contenter de fades études littéraires, qui sont à peu près pour le cerveau de l'homme ce que serait pour l'ensemble de ses organes un régime exclusif d'aliments azotés, ils ont vu s'atrophier en eux des facultés puis-

(1) *La Science et la Patrie.* — Discours d'ouverture au Congrès scientifique de Bordeaux.

santes qui, nourries de science, eussent enrichi l'humanité des plus précieux produits. Que d'avortements intellectuels ! Quels regrets poignants quand on songe à l'énorme quantité de forces humaines, qui, dans les sociétés modernes et surtout dans la nôtre, demeurent encore improductives, parce qu'on ne les a pas mises en état de se manifester ou parce qu'elles ont été détournées de leur direction naturelle !

D'un autre côté, combien de fossiles, d'inscriptions, de manuscrits, d'objets précieux de toute sorte sont perdus pour la science, parce qu'ils ont été vus par des aveugles ! combien, pour le même motif, d'inventions oubliées ou inaperçues, d'observations négligées ou mal faites, de phénomènes inconnus ou inexpliqués. Il serait cependant bien facile d'éviter ces déperditions en organisant, dans nos écoles et nos lycées, un système d'enseignement encyclopédique qui permettrait aux aptitudes les plus diverses de se développer en liberté, et, comme l'a dit M. Stuart Mill, tiendrait « ouvert à chacune des générations qui se succèdent le trésor accumulé des pensées du genre humain ».

Ici se présente une objection toute naturelle et qui trompe beaucoup d'esprits des mieux intentionnés. Ce serait, on en convient, un bien bel idéal que de mettre chaque homme en possession de toutes les connaissances qui constituent le patrimoine intégral et indivisible de la grande famille humaine. Mais n'est-ce pas une chimère? La vie d'un homme, quelque grande que soit sa puissance de compréhension, ne suffit pas à embrasser le vaste ensemble du savoir accumulé par le travail de milliers de générations successives. Comment le commun des hommes y parviendrait-il?

Voilà l'objection. Il importe de l'écarter. Assurément il est impossible au cerveau le mieux doué d'emmagasiner la totalité des connaissances réparties dans le genre humain, et cela deviendra de moins en moins possible à mesure que les découvertes succèderont aux découvertes et que l'investigation scientifique étendra son domaine, reculant indéfiniment devant elle les limites de l'inconnu. Aussi n'est-ce point du tout ce dont il s'agit ici. Dans sa classification des sciences, A. Comte a insisté sur une distinction très importante qui va nous donner la clé de la difficulté. Chacune des sciences fondamentales qui forment l'ensemble du savoir humain, peut et doit se décomposer en deux parties distinctes, l'une générale, *abstraite,* qui a pour objet, comme le dit ce savant philosophe, « la découverte des lois qui régissent les diverses classes des phénomènes, en considérant tous les cas qu'on peut concevoir; l'autre *concrète,* particulière, descriptive et qu'on désigne quelquefois sous

le nom de sciences naturelles proprement dites, consiste dans les applications de ces lois à l'histoire effective des différents êtres (1). » Toutes deux procèdent du reste selon la méthode expérimentale, et l'étude de la première est pour l'étude complète et méthodique de la seconde un indispensable préliminaire.

Quelques exemples éclairciront ce que cette distinction pourrait présenter d'obscur. La biologie, science *abstraite* fondamentale, a pour objet l'étude des lois générales de la vie qui s'appliquent indistinctement à tous les êtres organisés, animaux comme végétaux; au contraire, la botanique et la zoologie, sciences *concrètes,* étudient les lois de la vie, en tant qu'elles s'appliquent d'une façon distincte et particulière à tels êtres organisés, les végétaux, ou à tels autres, les animaux. Ces deux dernières sciences sont fondées sur la première, dont elles dépendent étroitement. Le même rapport existe entre la chimie, science *abstraite,* qui considère toutes les combinaisons possibles des molécules entre elles et la minéralogie, science *concrète,* qui considère quelques-unes seulement de ces combinaisons.

Or, quand nous demandons que l'enseignement soit encyclopédique, nous entendons bien demander qu'il parcoure le cercle entier des sciences, mais des sciences *abstraites* seulement. Celles-là s'accroissent plus lentement que leurs applications; elles sont comme le tronc de l'arbre de la science, dont le volume augmente peu, bien qu'il pousse incessamment de nouveaux rameaux. Une intelligence ordinaire pourrait facilement les embrasser en sept années, surtout si elle y a été convenablement préparée par un enseignement primaire analogue à celui qui sera exposé plus loin. Il arrivera certainement que des intelligences inférieures ou rebelles, ne pouvant s'élever au sommet de l'échelle encyclopédique, s'arrêteront à tel ou tel degré. Mais le mal qui résulte du système actuel n'en aura pas moins été diminué dans une immense proportion. L'accès de la science étant également ouvert à tous, le point d'ascension de chacun donnera l'exacte mesure de ses forces et de ses efforts, et personne ne pourra plus s'en prendre qu'à lui-même ou à la fatalité naturelle de l'infériorité du rôle social qui sera le sien. Enfin, comme rien ne fera plus obstacle au développement de l'énergie intellectuelle et morale de chaque individu, il en résultera un accroissement de produits sociaux dont bénéficieront l'humanité et le pays. « Les cultivateurs, dit M. de Quatrefages, échapperont au joug de la routine et ne se refuseront plus aux innovations consacrées par l'expérience. Les ouvriers ne seront plus seulement des

(1) A. Comte, *Cours de philosophie positive.*

machines animées; leurs mains, déjà si habiles, seront en outre intelligentes; et peut-être qu'une première lueur, éclairant chez quelqu'un d'eux les recoins obscurs de la pensée, fera du simple manœuvre un de ces ouvriers de génie dont les noms se prononcent avec respect. »

C'est ce qu'a bien compris le peuple américain: « Aux États-Unis, dit M. Hippeau (1), l'instruction, donnée à tous, embrasse les études comprises dans ce que nous désignons en France sous le nom d'instruction primaire élémentaire et supérieure, d'enseignement secondaire spécial et une grande partie de l'enseignement secondaire classique des colléges et des lycées. Sept millions d'élèves sont appelés à profiter de toutes les ressources que procure un enseignement dont la plus grande partie n'est donnée en Europe qu'aux enfants des classes privilégiées. Pendant les *douze années* que dure l'éducation *gratuitement donnée à tous*, une savante organisation fait successivement passer les enfants par des degrés déterminés et distincts, s'élevant successivement depuis les études les plus élémentaires jusqu'aux écoles supérieures. Ces douze années se partagent en trois périodes : école *primaire,* école de *grammaire*, école *supérieure*. Lecture, écriture, dessin, musique, gymnastique, grammaire, langue maternelle, langues étrangères, géographie, histoire, arithmétique, algèbre, géométrie, trigonométrie, physique, chimie, histoire naturelle, tel est l'ensemble qu'embrasse cette éducation nationale. Tout en rendant propre aux diverses fonctions ou professions qui n'exigent pas une haute culture scientifique, elle prépare à l'enseignement des colléges, des facultés et des écoles spéciales, nécessaires à ceux ou à celles qui doivent exercer des professions libérales ou savantes.»

Comme le fait remarquer avec raison M. Hippeau, « on ne connaît pas en Amérique cette inique et impolitique répartition du savoir qui, pendant si longtemps, a été considérée en France comme une sorte de nécessité sociale, accordant aux pauvres et aux habitants des campagnes l'instruction primaire, souvent fort restreinte, et réservant aux privilégiés de la fortune l'enseignement secondaire et l'enseignement supérieur. » « Les programmes, ajoute-t-il ailleurs, ont été disposés de telle sorte que celui de la branche supérieure fût la suite et la continuation de la branche qui la précède immédiatement, et que, depuis l'enfant de six ans recevant les premières leçons à l'école primaire, jusqu'au jeune homme ou la jeune fille de dix-huit ans qui sort de l'école supérieure, il n'y eût dans le système

(1) *L'Instruction publique aux États-Unis*, p. 199-200 et 207.

des études ni lacune ni solution de continuité. Ainsi se trouvent conciliés les principes d'égalité et la loi de progression. Pour tous les enfants de la libre Amérique, le point de départ et le point d'arrivée sont les mêmes. Tous entrent dans ce vaste domaine de l'éducation publique, en marchant dans le même sentier et en suivant le même *curriculum* d'études. La seule différence (et cette différence est le fait non de la législation, mais des conditions naturelles de la vie), c'est que les uns s'arrêtent à un certain point du voyage; les autres, en plus petit nombre, à un point plus éloigné; les autres, en nombre plus restreint, atteindront le sommet et les dernières limites (1). »

Traitera-t-on plus longtemps d'utopie ce qui, nous venons de le voir, est déjà, hors de France, une merveilleuse réalité? Je dois ajouter, — car c'est un fait digne de remarque et qui explique la praticabilité de ce système aux États-Unis, — que les Américains ont déjà compris et réalisé dans la pratique la nécessité d'une distinction entre les sciences *abstraites* d'une part, et les sciences *concrètes* d'autre part. « Les meilleurs esprits, dit à ce sujet M. Hippeau, travaillent maintenant à faire comprendre que, de cinq à dix-huit ans, l'instruction publique doit être dirigée *dans des vues générales;* que les lettres et les sciences ne peuvent, pendant ce temps, être l'objet d'études spéciales et approfondies; qu'en se bornant à y chercher une source d'enseignements et d'informations positives, les maîtres doivent songer avant tout à former des hommes et des citoyens, également préparés pour entrer avec distinction dans les diverses carrières qu'ils auront choisies, mais auxquelles il serait souverainement imprudent de les condamner en quelque sorte d'avance. Les écoles publiques ne doivent former ni des agriculteurs, ni des mécaniciens, ni des ingénieurs, ni des physiciens, ni des chimistes, c'est le fait des *écoles spéciales* qu'il s'agit de multiplier et qui s'organisent, en effet, dans la plupart des États de l'Union d'une manière forte et puissante, en dehors et à côté des écoles existantes. Conçus dans cet esprit, les programmes des écoles publiques primaires, secondaires et supérieures, se dégagent peu à peu des matières qui les encombraient jusqu'à ce jour..... Il est expressément recommandé de ne prendre dans chacune des branches d'études enseignées que la partie la plus *essentielle,* c'est-à-dire ce qu'il importe à tous de connaître, en réservant pour les écoles particulières les matières que doit embrasser et approfondir tout enseignement spécial (2). » On pourrait croire un tel système susceptible de nuire aux

(1) Hippeau, *l'Instruction publique aux États-Unis*, p. 81.
(2) *Id.*, p. 84 et 85.

arts et surtout aux élèves, en retardant pour eux le choix des spécialités commerciales, agricoles, industrielles, etc., qu'ils devront exercer un jour. Ce serait une profonde erreur ; car, outre la grande quantité de notions concrètes que l'esprit ne peut manquer d'amasser tant dans ces études générales que dans les *leçons de choses* qui les précèdent et les accompagnent, elles sont, je l'ai dit, comme le vestibule des sciences particulières, sans lequel il serait bien difficile, sinon absolument impossible, d'y pénétrer. Dans l'organisation actuelle de l'enseignement en France, on se contente le plus souvent d'étudier celle des sciences abstraites qui correspond à la science concrète dont on veut faire sa spécialité. Combien cependant l'étude des sciences particulières ne serait-elle pas facilitée, combien les recherches des savants spécialistes ne seraient-elles pas plus fécondes, si elles étaient basées sur une connaissance approfondie de tout l'ensemble des sciences fondamentales !

Système intégral ou encyclopédique.

Pour établir d'une façon rationnelle le programme encyclopédique dont nous venons de démontrer la nécessité, il est indispensable d'adopter tout d'abord une bonne classification des différentes branches du savoir. Je n'ai pas à refaire ici ce qui a été déjà fait avec une autorité qui me manque, et je le crois du moins, avec un plein succès. Je prends donc pour base de mon programme la classification d'Auguste Comte. Il serait trop long de développer toutes les considérations qui doivent faire regarder cette classification comme complète et définitive, au moins en ce qu'elle a d'essentiel. Je me contenterai de faire remarquer qu'il n'est pas un seul phénomène à nous connu qui ne puisse rentrer dans l'une ou l'autre des six catégories dont elle se compose.

Ces six catégories correspondent aux six principaux ordres de phénomènes. Elles se rangent comme suit, d'après un rapport constant de généralité décroissante et de croissante complexité.

D'abord les *mathématiques*, qui ont pour objet les phénomènes de la quantité, de l'étendue et du mouvement. C'est la science la moins complexe et la plus générale. Elle est le fondement sur lequel reposent toutes les autres, l'instrument sans lequel il serait impossible de s'élever à la connaissance des phénomènes qui les composent. C'est donc par elle que toute série scientifique doit commencer.

Ensuite l'*astronomie*, ou étude des astres, de leurs mouvements,

de leurs dimensions, de leurs distances respectives, etc. Moins générale et plus complexe que la précédente; cette science est au contraire plus générale et moins complexe que celles qui la suivent.

Puis viennent :

La *physique,* qui étudie les phénomènes de la chaleur, de la lumière, de l'électricité, du magnétisme et de l'acoustique.

La *chimie,* qui s'occupe des phénomènes de composition et de décomposition des corps.

La *biologie,* science des phénomènes vitaux propres aux êtres organisés.

Enfin, la *sociologie,* science des phénomènes sociaux, constituée, il n'y a qu'une trentaine d'années, par l'illustre fondateur de la philosophie positive.

Ici, une explication est nécessaire. Parmi les êtres vivants qui sont l'objet de la biologie, il en est un qui, placé au sommet de l'échelle organique, présente des caractères si particuliers que, sans le soustraire aux lois générales de l'organisation, ils rendent nécessaire la constitution d'une nouvelle science entièrement distincte. L'homme, en effet, peut être considéré soit purement et simplement comme être organisé, soumis aux mêmes lois biologiques que les autres, soit comme être vivant en société. Sous ce dernier rapport il se distingue absolument de tous les autres animaux. Quelques-uns, il est vrai, tels que la fourmi, le castor, les abeilles, sont suceptibles d'un certain degré de sociabilité; mais ce qui caractérise la sociabilité humaine et la différencie de toute autre, ce sont les changements incessants qui s'opèrent dans ses manifestations, changements progressifs et qui paraissent obéir à des lois naturelles, que la complication des phénomènes dérobera pour la plupart longtemps encore à notre perspicacité. C'est l'étude de ces phénomènes qui reçoit le nom de science sociale ou sociologie.

La *lecture* et l'*écriture,* produits de l'homme vivant en société, peuvent rentrer à ce titre dans le domaine sociologique. Mais comme instruments indispensables à l'étude de toutes les sciences, elles doivent de toute nécessité figurer en tête d'un programme d'enseignement encyclopédique.

Nous avons de la sorte une liste complète et méthodique des connaissances humaines, qui peut se représenter par le tableau suivant :

Instruments d'acquisition.....	Lecture.
	Écriture.

Sciences proprement dites (1) . . .
- 1° Mathématiques.
- 2° Astronomie.
- 3° Physique.
- 4° Chimie.
- 5° Biologie.
- 6° Sociologie.

Telle est la seule vraie classification des sciences, tel est aussi le seul plan rationnel d'une éducation scientifique intégrale ou encyclopédique. Cette classification n'est pas seulement conforme à la hiérarchie naturelle des phénomènes et au développement historique de nos connaissances ; elle a de plus cet avantage de présenter les différentes sciences dans l'ordre où il convient qu'elles soient étudiées. Chacune de ces sciences, en effet, dépend plus ou moins de celles qui la précèdent, sans que celles-ci dépendent d'elle, et dépend surtout de la façon la plus étroite de celle qui la précède immédiatement. Il est impossible, par exemple, d'étudier convenablement l'astronomie sans avoir préalablement étudié les mathématiques. De même l'astronomie commande la physique ; la physique, la chimie ; la chimie, la biologie ; la biologie, la sociologie. Un lien étroit relie entre eux chacun de ces degrés de la science, qui forment comme une pyramide dont les mathématiques sont la base et la sociologie le sommet.

Tout le monde, je le sais, n'accepte pas encore cette classification dans son entier. Beaucoup de savants et de philosophes dénient à la sociologie le caractère d'une science véritable. Il n'y a pas même bien longtemps, on ne traitait pas mieux la biologie et la physiologie. Je ne puis entrer dans une discussion approfondie de ce point important. Le cadre de mon travail me l'interdit. Mais en admettant même, contrairement à ce qui est, qu'aucune loi sociologique définitive n'ait encore été découverte, pourrait-on nier l'importance que prend de plus en plus la méthode expérimentale dans l'explication des phénomènes sociaux eux-mêmes ? L'économie politique et l'histoire, par exemple, deux des branches les plus importantes de cet ordre de phénomènes, n'offrent-elles pas un exemple bien remarquable du fait que je viens de signaler ? L'économiste et l'historien vraiment dignes de ce nom ne se contentent plus aujourd'hui d'aligner tant bien que mal des événements et des dates, et d'en donner des explications puisées dans des conceptions *à priori,* théologiques ou métaphysiques. Comme le physicien, le chimiste, le biologiste, ils amassent des faits qu'ils observent, qu'ils soumettent à la critique la plus sévère pour en tirer des lois,

(1) Chacune de ces sciences fondamentales comporte, bien entendu, un certain nombre de branches ou de subdivisions dont je n'ai pas à m'occuper ici.

empiriques peut-être, mais qui se rapprochent de plus en plus de la réalité objective. On peut dire de l'économie politique et de l'histoire qu'elles sont déjà des éléments positifs de la science sociologique. De même l'archéologie, la linguistique, la géographie, l'esthétique, le droit, la philosophie, la science des religions et jusqu'à la morale. Quand un aussi grand nombre de sciences particulières appartenant à la sociologie ont déjà ou sont près d'avoir le caractère positif, est-il téméraire de demander que la sociologie elle-même, science générale abstraite, prenne la place que la philosophie des sciences et la nature des choses lui assignent dans les programmes de notre enseignement ?

Quoi que l'on pense du reste à ce sujet, cela ne change rien à l'impérieuse nécessité de mettre ces programmes en harmonie avec la science, en y faisant entrer l'ensemble des connaissances qui constituent l'héritage intellectuel, transmissible à tous, de l'humanité.

Esquisse d'un programme d'enseignement intégral ou encyclopédique.

Je ne puis avoir la prétention d'élaborer dans cette étude un programme complet et détaillé d'enseignement intégral ou encyclopédique. Un livre y suffirait à peine. C'est à de plus compétents, à de plus expérimentés que moi qu'incombe cette tâche. Je voudrais seulement planter quelques jalons, pour montrer quel est, à mon sens, le meilleur tracé de la route à suivre.

L'éducation, comme je l'ai dit, doit être *générale* à la base, *spéciale* au sommet. Je n'envisagerai que la base, en laissant de côté le sommet.

Prise au sens le plus large, l'éducation comprend la triple action de développer les facultés physiques, intellectuelles et morales de l'être humain, c'est-à-dire tout à la fois l'instruction et l'éducation proprement dite.

L'éducation physique et l'éducation morale ont été, selon moi, trop négligées jusqu'à ce jour dans les écoles, les colléges et les lycées. Je voudrais leur voir occuper une place plus considérable dans nos programmes. Ces trois parties de l'éducation sont, en effet, liées entre elles de la façon la plus étroite et sont également indispensables au développement naturel de l'individu. L'éducation morale dépend de l'éducation intellectuelle, comme celle-ci de l'éducation physique; la morale humaine, la vraie morale, ne peut germer que sur un fonds de connaissances positives. Je suis donc loin de nier l'importance d'aucune des parties de l'éducation, mais c'est l'éducation intellectuelle que j'ai principalement en vue ici.

Ceci bien entendu, je divise l'enseignement intégral en trois degrés : le degré primaire, le degré primaire supérieur, le degré secondaire.

1° *Enseignement primaire.*

Cette première période s'étend de trois ou de cinq à douze ans. Ceci n'est qu'une moyenne, car la durée des études doit nécessairement varier suivant l'application et la précocité plus ou moins grande des enfants. L'enseignement, dans cette période initiale, comprendrait l'équivalent des deux parties du programme actuel, rendues également obligatoires, avec l'instruction religieuse en moins et quelques additions en plus, comme les langues vivantes parlées, la géométrie pratique, l'astronomie élémentaire, la géographie agricole, industrielle et commerciale, des connaissances plus étendues d'hygiène, des notions de droit public, civil et politique, etc., et surtout des leçons de choses, *lessons on objects,* comme on dit aux États-Unis.

Il n'est évidemment ni possible, ni désirable de régler l'enseignement durant cette première période selon l'ordre rigoureux de l'enchaînement des sciences. L'intelligence d'un enfant de cet âge ne saurait être assujettie à suivre un programme méthodique. Il arrive à l'école déjà pourvu d'une multitude de connaissances acquises tout naturellement dans la famille. Le rôle du maître doit se borner à favoriser le développement naturel, en procédant comme procède la nature pendant ces premières années, où la volonté n'a qu'une part presque inappréciable dans les phénomènes humains. A cet âge, tous les objets qui entourent un enfant ont la propriété d'éveiller en lui une curiosité insatiable. C'est cette curiosité dont il faut savoir se servir en faisant passer sous ses yeux un grand nombre de *choses* sur lesquelles on attire son attention, pour lui en faire remarquer la nature et les qualités. Avec l'objet le plus ordinaire, une fleur, une poire, une orange, un livre, etc., on fait naître facilement dans l'esprit d'un enfant une foule d'idées précieuses qui, plus tard, serviront à l'introduire sans effort dans le domaine des sciences abstraites et concrètes les plus élevées, Ce n'est qu'après que l'on aura fait entrer de la sorte une grande quantité de notions simples et concrètes dans son jeune cerveau, qu'on pourra le faire passer peu à peu à des études de moins en moins concrètes ou de plus en plus générales, pour le mener progressivement jusqu'à l'abstraction, qui lui permettra de distinguer entre eux les divers ordres de phénomènes et d'étudier avec fruit une ou plusieurs sciences déterminées. Telle est la vraie méthode. Les personnes qui seraient désireuses de l'étudier plus en détail pourront consulter utilement les ouvrages de M^me^ Pape-Carpentier, l'éminente directrice des salles d'asile, qui la première l'a fait connaître en France; les livres de M. E.-B. Scheldon,

notamment les *Lessons on objects, gratuated series* (New-York, Ch. Scribner, 1868); l'excellent livre de M. C. Hippeau sur l'*Instruction publique aux États-Unis*, et les études si pleines d'intérêt que M. le Dr Azam a publiées dans la *Gironde* des 1er et 5 novembre 1871. « On donne, dit ce dernier, à un jeune enfant un fruit qu'il ne connaît pas, un gland, par exemple; il a bientôt jugé de sa forme et de sa couleur, le brise, le goûte et le trouve mauvais, puis le jette; il le reconnaîtra plus tard. Là s'est arrêtée son analyse, et il passe à un autre joujou. Mais une mère intelligente lui dit qu'il est encore à apprendre bien des choses fort intéressantes sur ce gland qu'il a jeté, et l'enfant est tout yeux et tout oreilles.

» Ouvert avec soin, le gland est formé de deux parties, entre les quelles est un corps blanc qui a deux extrémités : l'une sera la tige d'un petit chêne, l'autre sa racine. Il sert à nourrir un animal bien connu et de forme singulière. Mis en terre, ce gland deviendra un chêne, le bel arbre qu'on voit au loin, dont le bois a servi à faire le parquet de la maison, la table où l'on écrit, et dont l'écorce durcit et conserve le cuir dont on fait nos souliers.

» Sur les feuilles de ce chêne viennent des boules dont l'enfant se sert pour jouer; ces boules servent à faire de l'encre et sont produites par la piqûre d'une espèce de mouche. Cela dit, il est temps que la mère s'arrête pour ne pas épuiser l'attention et provoquer l'ennui. Mais elle est certaine que l'enfant n'oubliera pas cette petite histoire qui l'a fort amusé. Bientôt il veut en savoir autant sur d'autres choses, car il prend intérêt à tout et poursuit tout le monde de ses questions. Pour peu qu'on y réponde, l'enfant n'est plus étranger à ce qui l'entoure, et il aime davantage ce petit monde qu'il connaît bien.

» Mais l'élève a grandi : le maître remplace la mère, la notion élémentaire ne suffit plus.

» Reprenons l'histoire du chêne. Si le gland est devenu un arbre, comment cela s'est-il fait? Qu'est-ce qu'un fruit, une fleur, une graine? Comment tout cela est-il construit? C'est la physiologie végétale, c'est la botanique.

» S'il y a des mouches qui piquent les feuilles de chêne, quel est leur but? C'est de la zoologie. Et s'il est vrai que l'écorce conserve le cuir, c'est qu'elle contient du tannin ; voilà la chimie et ses notions élémentaires. Voilà les connaissances graduées qui, plus tard, conduisent à la science complète.....

» Si l'étude d'un gland a conduit l'enfant au milieu des sciences du monde organisé, l'examen d'un corps brut quelconque, d'un caillou, par exemple, lui eût ouvert le monde inorganique; la géologie, la

minéralogie, la géographie, la physique, etc., que sais-je encore?... L'esprit conduit pas à pas, de déduction en déduction, du connu à l'inconnu, peut parcourir dans ces deux ordres de sciences le cercle immense de la connaissance du monde matériel, et cela sans fatigue, sans dégoût, si celui qui l'enseigne est digne de sa tâche. »

Rien ne vaut ce système pour exercer et développer chez les jeunes enfants cet esprit d'observation, cette faculté d'attention et de suite dans le raisonnement, qualités essentielles aujourd'hui et qui manquent peut-être le plus à notre race. Il est appliqué depuis quelques années avec succès dans nos salles d'asile. Mais, il faut le dire, les résultats produits seraient tout autres, s'il n'était faussé dans l'application par son mélange avec des méthodes contradictoires (1). J'ajoute que les *jardins d'enfants,* d'après *Frœbel,* comme en Suisse, en Allemagne, etc., remplaceraient avantageusement ces salles où l'on entasse pêle-mêle des quantités d'enfants, et dont l'aération laisse souvent beaucoup à désirer. L'enseignement primaire se subdiviserait de la sorte en deux degrés : *jardins d'enfants* de trois à sept ans par exemple, école primaire proprement dite de sept à douze.

2° *Enseignement primaire supérieur.*

J'ai montré plus haut qu'une lacune immense existe entre l'école primaire et les colléges ou les lycées, et combien il est urgent de la faire disparaître. Ce serait le but de l'école primaire supérieure. De

(1) Nulle part, peut-être, en France, la méthode des « leçons de choses » n'a été expérimentée d'une manière aussi satisfaisante que dans les écoles fondées, en 1864, à Morcenx (Landes) par la Compagnie des chemins de fer du Midi, grâce à l'initiative intelligente et éclairée de M. G. Simon, directeur de l'Exploitation. Sur tous les points de la ligne, à 40 et 50 kilomètres de distance, un wagon spécial prend les enfants des employés de la Compagnie, tant filles que garçons, et les porte gratuitement jusqu'au seuil de l'école. Le programme est très étendu, et bien que fait surtout en vue de fournir des agents instruits à la Compagnie, il comprend un enseignement très supérieur à celui de notre programme officiel. L'étude des mathématiques élémentaires, de la cosmographie et de la mécanique, de la physique, de la chimie, de la géologie, de la botanique, de la zoologie, de l'histoire, de la géographie, etc., y est poussée très loin. Le dessin, l'hygiène, le jardinage, la greffe et la taille des arbres, la gymnastique et les exercices militaires n'y sont pas oubliés. Mais ce qui mérite le plus d'être loué dans cet enseignement, c'est l'excellence des méthodes, c'est la richesse des collections et des dessins qui font de chaque classe un vrai petit musée scientifique.

Une autre création que je suis heureux de signaler, afin que les municipalités en fassent leur profit, c'est celle dont M. Raulin, de Bordeaux, professeur de géologie à la Faculté des sciences et conseiller municipal, vient de doter cette ville, en introduisant dans ses écoles communales l'enseignement scientifique élémentaire par « les leçons de choses » comme aux États-Unis. Le même professeur, et en partie le même matériel, servent à toutes les écoles.

même que l'enseignement donné à l'école primaire est la continuation de celui de la famille, de même l'enseignement donné à l'école primaire supérieure sera la suite et le prolongement naturel de celui que l'enfant aura reçu à l'école primaire. La première année pourra être consacrée à une sorte de revue des notions acquises jusque-là, mais en les étendant et les synthétisant de plus en plus. Là comme dans les *écoles de grammaire* et les *écoles supérieures (high schools)* des États-Unis, les *leçons de choses* continueront d'occuper une place importante dans les programmes. « Les leçons de choses, en effet, comme le dit M. Hippeau, ne constituent pas encore la science; mais elles préparent merveilleusement l'esprit à un enseignement scientifique. Lorsque plus tard les élèves étudient sérieusement la physique, la chimie, la géologie, la minéralogie, la zoologie, la botanique, etc., ils n'entrent pas dans un monde inconnu; ils connaissent les principales productions de la terre, les procédés de fabrication employés dans la plupart de nos manufactures où le travail de l'homme transforme les produits de la nature; ils apportent dans les professions commerciales et industrielles des notions qu'ils auront plus d'une fois à mettre à profit. » Mais les leçons de choses ne constitueront pas tout l'enseignement des écoles primaires supérieures. L'étude élémentaire de toutes les sciences abstraites, facilitée par elles, en doit être le complément nécessaire. De la sorte, au sortir de l'école primaire supérieure, c'est-à-dire à l'âge de seize ou dix-huit ans, l'élève qui, pour une raison ou pour une autre, voudra terminer là son éducation, non seulement possèdera des notions positives qui lui seront, dans le cours de la vie, de la plus grande utilité, mais sera apte à concevoir l'ensemble du monde et des phénomènes.

Il devrait y avoir au moins une école de ce genre dans chaque canton, soit au chef-lieu, soit dans toute autre commune qui serait jugée préférable. Elle serait établie et entretenue aux frais de toutes les communes proportionnellement au budget de chacune d'elles. En demandant qu'on n'y reçoive que des externes, je serai compris de tous ceux qui ont lu, dans la *Revue des cours scientifiques,* la remarquable étude de physio-psychologie que M. Henri Sainte-Claire Deville, membre de l'Institut, a présentée l'année dernière à l'Académie des sciences morales et politiques et qui a été suivie d'une discussion dans laquelle les membres les plus illustres de cette assemblée se sont également élevés avec énergie contre cette déplorable institution de l'internat, fatale aux études, à la santé, aux mœurs et à la discipline. Les enfants des villages trop éloignés pourraient être mis en pension chez les familles du chef-lieu, comme cela se pratique en Angleterre, en Allemagne, dans les pays scandi-

naves et généralement partout où il y a des écoles primaires supérieures. Ce genre d'école n'est pas absolument nouveau chez nous. La loi de 1832 l'avait rendu obligatoire, mais seulement pour les garçons, aux chefs-lieux du département et dans les villes de plus de 6,000 habitants. « Sur 290 communes se trouvant dans ce cas, dit M. Guillemin, 161 seulement, en 1841, avaient satisfait à la loi, 103 communes non comprises dans l'obligation y avaient volontairement souscrit. En 1843 les écoles primaires supérieures s'élevaient à 325, et, enfin, en 1845, le chiffre légal était dépassé de 78 environ (1). »

Voilà donc un noyau tout trouvé. Il s'agit seulement de créer dans les petites villes ce qui existe ou est près d'exister dans les grandes. Un assez grand nombre d'établissements d'enseignement secondaire, de colléges communaux notamment qui ont toutes les peines du monde à vivre, je devrais dire à végéter, pourraient être facilement transformés en écoles primaires supérieures qui coûteraient beaucoup moins et rendraient à coup sûr cent fois plus de services.

Cet enseignement, je le réclame, bien entendu, pour les jeunes filles aussi bien que pour les garçons. Avec M. Ch. Buls, le secrétaire général de la Ligue belge d'enseignement, je pense que l'éducation des filles devrait être le souci permanent de la société. Comme lui, j'aurais peu d'inquiétude pour l'avenir des hommes dans un pays où toutes les femmes seraient instruites.

Mais où leur éducation se fera-t-elle? — En Amérique, la coéducation des sexes est complète. Elle va de cinq à dix-huit ans et au delà. Dans l'état actuel des mœurs en France, et précisément pour y remédier, s'il en est temps encore, il serait bon, je crois, que tout au moins l'école primaire fût commune. On créerait, pour les jeunes filles au-dessus de douze ans, des écoles primaires supérieures et ménagères, où le même enseignement serait donné sauf quelques modifications relatives aux devoirs et aux travaux domestiques qui doivent incomber à la future mère de famille. Peut-être pourrait-on en même temps, dans les cantons où l'établissement de deux écoles serait impraticable, expérimenter le système de la coéducation des sexes jusqu'à l'âge de seize ou dix-huit ans.

(1) Bordeaux ne compte encore qu'une seule école supérieure de garçons, dont la création remonte à 1836, et point d'école supérieure de filles. Mais la municipalité actuelle, plus intelligente et plus préoccupée que ses devancières des besoins intellectuels et moraux de la population, s'occupe en ce moment d'organiser une école supérieure de filles, en attendant que les circonstances lui permettent de créer deux autres écoles supérieures de garçons. Ces heureuses innovations sont principalement dues à l'initiative de M. Marius Faget, l'adjoint délégué à l'instruction publique de cette ville. Puisse cet exemple être partout suivi.

3° *Enseignement secondaire.*

C'est ici le couronnement de l'éducation encyclopédique. La somme des matériaux et des notions concrètes amassées jusque-là est suffisante pour permettre à l'esprit d'embrasser l'ensemble du savoir humain par l'étude méthodique et approfondie des sciences abstraites dont j'ai donné la classification.

Après avoir reçu cet enseignement qui pourra durer sept années, de douze à dix-neuf ans (1), le jeune homme sera tout à fait apte à faire choix d'une spécialité. Alors s'ouvriront devant lui les écoles spéciales et les diverses facultés, par lesquelles il pourra monter jusqu'aux plus hauts sommets de l'enseignement supérieur. Sur cet amas de sciences abstraites viendront se greffer à son gré telles ou telles sciences concrètes. On aura de la sorte des hommes et des savants complets. Nous verrons disparaître cet esprit étroit, exclusif des spécialistes modernes, étrangers pour la plupart à tout ce qui n'est pas leur science particulière, incapables de s'élever à une vue d'ensemble, complètement fermés aux idées générales.

Il serait à souhaiter que l'on organisât des établissements d'enseignement secondaire analogues aux lycées et colléges ainsi transformés, pour les jeunes filles qui voudraient pousser jusque-là leurs études scientifiques (2). C'est, en effet, le seul moyen de rompre enfin, comme on l'a dit, ce fatal divorce des âmes qui désole aujourd'hui toutes les familles, Tant qu'on ne donnera pas à tous, filles et

(1) Ce n'est encore, bien entendu, qu'une moyenne. Le système des limites d'âge appliqué dans plusieurs écoles de l'État, notamment à l'École normale et à l'École polytechnique, est doublement défectueux : d'une part, il ne tient aucun compte du degré de précocité, très variable pourtant, des intelligences; d'autre part, il a pour effet d'épuiser avant l'âge bien des cerveaux, bien des constitutions de jeunes gens, en leur demandant plus qu'ils ne peuvent produire en un temps aussi limité. Peut-être conviendrait-il, pour éviter ces inconvénients, de reculer d'un an ou deux l'époque moyenne de la terminaison des études. Si, dans ma pensée, l'école primaire supérieure est surtout destinée à compléter l'éducation des jeunes gens qui, dans l'état actuel, ne vont pas au delà de l'école primaire, je crois qu'elle pourrait en outre servir utilement de trait d'union entre l'école primaire et l'école secondaire. Il suffirait pour cela qu'à l'école primaire supérieure les programmes fussent combinés de façon à préparer les élèves à l'enseignement secondaire, qu'un certain nombre d'entre eux seraient ensuite appelés à recevoir. De la sorte l'école secondaire ne commencerait plus que vers quatorze ans pour finir à vingt-un.

Ai-je besoin d'ajouter que je suis partisan de l'externa dans l'enseignement secondaire comme dans l'enseignement primaire supérieur?

(2) L'enseignement de femmes devra, bien entendu, différer sur plus d'un point de celui des hommes, tant dans les programmes que dans les méthodes. C'est une conséquence névitable des différences naturelles qui existent entre la femme et l'homme, au double point de vue de l'organisation physique et des facultés intellectuelles et morales. Les limites de cette étude ne me permettent pas de préciser ces modifications.

garçons, l'éducation scientifique qui est actuellement le monopole absolu de ceux-ci, à moins de faire évanouir les conquêtes de la science et de couper court à ses progrès (ce qui ne serait pas beaucoup moins difficile que d'arrêter le cours d'un fleuve ou la marche d'une planète), il faut s'attendre à voir de plus en plus les femmes mépriser et damner leurs maris comme de « vils suppôts de l'esprit infernal », les maris délaisser leurs femmes et préférer le cercle au foyer conjugal, les mères en deuil maudire leurs enfants et les sœurs pleurer sur leurs frères.

La première fois que ces réformes seront proposées dans une assemblée nationale, il faut s'attendre à ce qu'on objecte 1° la difficulté de recruter un personnel, 2° les difficultés financières.

Examinons d'abord la première objection. On dit : Nous avons déjà toutes les peines du monde à recruter le personnel actuel de nos instituteurs et de nos institutrices qui laisse beaucoup à désirer, que sera-ce, si vous en augmentez le nombre et si vous en exigez des connaissances universelles? Assurément, si la situation sociale des éducateurs de l'enfance doit rester ce qu'elle est, il sera de toute impossibilité de se procurer le personnel nécessité par les réformes que nous sollicitons. Ce n'est pas pour gagner 1 fr. 91 c. par jour, comme la plupart de nos instituteurs, 1 fr. 37 c. ou 1 fr. 9 c., comme nos institutrices, que les jeunes gens et les jeunes filles qui se sentent un peu d'intelligence et de savoir, consentiront à remplir des fonctions aussi pénibles et aussi peu considérées que celles de maître ou maîtresse d'école. Il est tout naturel que l'on aime mieux rester libre et indépendant, dans une grande ville, où l'on peut gagner aisément 2, 4, 5 et même 10,000 fr. par an, que de se faire à la campagne, aux appointements de 4, 5 ou 700 fr., l'humble valet de M. le Curé et de M. le Maire, obligé pour vivre de cumuler les emplois les plus disparates et parfois les plus humiliants (1). Faut-il s'étonner si, dans ces conditions, tout ce qu'il y a d'actif et d'intelligent dans le corps des instituteurs déserte la carrière de l'enseignement pour des professions moins ingrates, telles que le journalisme, le commerce, l'industrie, les grandes compagnies industrielles, les grandes

(1) Veut-on savoir à combien s'élèvent les traitements des instituteurs aux États-Unis? A 2,100 fr. au minimum, 21,250 fr. au maximum. La moyenne est de 8 à 10,000 fr. Ceux des institutrices, quoique moins considérables, ont aussi de quoi nous surprendre. Ils varient entre 800 fr. (chiffre très rare) et 8 à 9,000 fr. La moyenne est 5 à 6,000 fr. Encore les Américains ne se tiennent-ils pas pour satisfaits. Ils songent à doubler et tripler ces émoluments, persuadés qu'aucune fonction ne doit être plus honorifique et mieux rémunérée.

administrations, postes, télégraphes, chemins de fer, etc.? Qu'on relève une bonne fois la position matérielle et morale des maîtres de l'enfance, en leur assurant le bien-être, la dignité, l'indépendance. Qu'on réorganise en même temps les écoles normales d'instituteurs; qu'on en crée pour les institutrices, et l'on verra bientôt le meilleur de la jeunesse y accourir. En ce qui concerne particulièrement le recrutement du personnel des écoles primaires supérieures des deux sexes, on pourrait établir un concours entre les maîtres et maîtresses des écoles primaires, les élèves des écoles normales et tous les jeunes gens et jeunes filles sortant des établissements d'enseignement public ou libre qui désireraient y prendre part. Ce serait une nouvelle perspective ouverte à l'ambition modeste et légitime de tous ceux qui se vouent à l'éducation de l'enfance. Elle exciterait entre eux une émulation féconde, capable d'en augmenter rapidement le nombre et la valeur.

Voilà pour le recrutement.

Reste maintenant à examiner la question financière. D'après les calculs les plus approximatifs, la somme des dépenses nécessitées par les réformes à introduire dans l'enseignement primaire — augmentation du nombre des écoles et des instituteurs, élévation de leurs traitements, etc. — ne dépasserait pas 50 millions. Dans ce chiffre, il est vrai, ne sont pas compris les frais occasionnés par la généralisation des écoles primaires supérieures et la création d'établissements d'enseignement secondaire pour les filles. Mettons que l'ensemble de ces dépenses s'élève à 100 millions, à répartir sur l'État, les départements, les communes : qu'est ce que 100 millions pour un peuple comme le nôtre, quand son salut est à ce prix?..... En y joignant les 62 millions que nous consacrons aujourd'hui à l'enseignement primaire, cela ferait un total de 162 millions (enseignement secondaire des filles compris). Aux États-Unis l'on dépense 450 millions pour l'enseignement primaire seulement, et l'on ne croit pas faire encore assez (1). C'est que les Américains savent bien que l'argent ainsi placé rapporte 100 pour 100. Ne craignons donc pas d'aller trop loin. S'il faut inscrire au budget de l'instruction publique autant de millions qu'on en a comptés jusqu'à ce jour à celui de la guerre, inscrivons-les sans hésiter. Ce n'est pas à propos d'enseignement public qu'on doit se préoccuper de faire des économies. Nous savons ce que ça nous coûte. Pour 80 ou 100 millions économisés chaque année sur l'instruction publique et dépensés en listes civiles impériales, en traitements sénatoriaux, en guerre de

(1) Hippeau, *l'Instruction publique aux États-Unis.*

Chine et du Mexique, en travaux publics inutiles, etc. ;..... pour toutes ces économies, c'est 5 milliards qu'il nous faut aujourd'hui payer à l'Allemagne. Cinq milliards et l'abaissement du pays !.....

Si nous voulons nous relever, persuadons-nous bien qu'il ne suffit pas de nous traîner péniblement à la remorque des nations les plus avancées de l'Europe et du Nouveau-Monde. Pour les atteindre, il faut viser plus haut que le point où nous les voyons aujourd'hui; car, loin de s'arrêter dans leur marche ascendante, elles progressent chaque jour. Si nous ne comprenions pas cette nécessité, si nous ne faisions pas un suprême effort, c'en serait fait de nous : il faudrait renoncer à notre glorieux rôle d'initiateurs des nations.

M. DE COSTEPLANE DE CAMARÈS.

Étude anthropo-géographique.

(Extrait.)

(Séance du 12 Septembre 1872.)

L'auteur lit un fragment de son travail, dans lequel il entreprend de tracer ce qu'il appelle les *droits anthropo-géographiques,* c'est-à-dire les limites politiques naturelles des divers peuples. Il développe l'opinion que le droit attribué naturellement aux peuples par la contexture de leur territoire, en se combinant avec le droit supérieur de civilisation, devient le critérium véritable de ce qu'on est convenu d'appeler le *droit international.*

M. LACOSTE,

De Bordeaux.

Nouvelle méthode de lecture.

(Extrait.)

(Séance du 12 Septembre 1872.)

L'auteur présente l'exposé d'une méthode de lecture grammaticalement raisonnée; il dépose sur le bureau un tableau général méthodique et synoptique devant servir à l'élève pour la lecture et l'orthographe, et ajoute quelques mots sur un nouveau procédé de conjugaison des verbes.

CONFÉRENCES.

M. P. BROCA,

Professeur à la Faculté de médecine de Paris.

Les Troglodytes de la Vézère.

(Conférence du 5 Septembre 1872.)

MESDAMES, MESSIEURS,

A l'aspect de ces locaux splendides, à la vue de ce nombreux auditoire, j'éprouve avant tout le besoin de rendre hommage à la belle et intelligente cité qui a préparé pour l'Association française un si brillant accueil. Les membres du Conseil peuvent se féliciter d'avoir choisi Bordeaux pour leur première session.

Notre institution est de celles qui répondent à un intérêt général; quoique née exclusivement de l'initiative privée, elle est assise sur des bases qui assurent sa durée, et elle n'aurait pas péri pour avoir eu à lutter pendant quelques années contre l'indifférence publique. Oui, quand même nos débuts n'auraient rencontré que la froideur ou le dédain, quand même nous aurions dû commencer par prêcher dans le désert, nous aurions persévéré, parce que nous sommes convaincus de l'utilité de notre œuvre, parce que nous considérons la diffusion des sciences comme l'un des principaux éléments de la grandeur des nations, et parce que la nécessité de cette diffusion est devenue palpable depuis que de récents désastres ont montré tout le danger d'une centralisation intellectuelle poussée à l'extrême. Avec un pareil but devant les yeux, aucun obstacle ne pouvait nous arrêter. Un premier insuccès ne nous aurait pas découragés. Nous aurions renouvelé nos sessions chaque année, nous aurions recruté peu à peu de nouvelles adhésions, nous aurions grandi lentement. Nous étions certains que, dans un pays comme le nôtre, le succès viendrait tôt ou tard couronner nos efforts; mais ce succès pouvait se faire longtemps attendre.

Grâce à vous, mes chers compatriotes [1], l'*Association pour l'avancement des sciences* n'a pas eu à traverser cette période d'obscurité et de tâtonnement. Les difficultés du début lui ont été épargnées, et le succès

[1] M. Broca est Girondin.

de sa première session dépasse toutes les espérances. Laissez-moi en remercier ici la Municipalité bordelaise, qui a fait à l'Association une réception grandiose. Laissez-moi en remercier encore les hommes distingués qui ont bien voulu constituer votre Comité local, et surtout l'infatigable secrétaire de ce Comité, M. le professeur Azam, qui a organisé la session avec tant d'intelligence, d'activité et de dévouement, et qui, on peut le dire, a donné à cette affaire toute sa tête et tout son cœur.

Je viens vous parler des Troglodytes de la Vézère, de cette population fossile dont nous irons bientôt visiter les demeures souterraines.

Leur existence remonte à une antiquité effrayante. Nous ne savons pas leur nom ; aucun historien ne les a mentionnés ; il y a huit ans seulement qu'on a découvert, pour la première fois, leurs vestiges ; — et cependant ils nous sont mieux connus, à beaucoup d'égards, que certains peuples célèbres dans l'histoire classique. Nous connaissons leur mode d'existence, leur industrie, leurs arts et tous les détails de leur vie. N'est-ce pas là la vraie histoire des peuples, et une histoire plus intéressante que celle de leurs combats, de leurs conquêtes et même de leurs dynasties ?

Comment pouvons-nous connaître si bien des populations qui n'ont laissé aucune trace dans les souvenirs des hommes, et dont l'existence même aurait été, il y a vingt ans, déclarée impossible ? Sont-elles filles du rêve comme les célèbres Troglodytes de Montesquieu? Non. Rien n'est plus réel que nos Troglodytes; rien n'est plus authentique que leurs annales. Dans les cavernes où ils habitaient, dans celles où ils déposaient leurs morts, on a retrouvé les restes de leurs repas, les produits de leurs industries et de leurs arts et les débris de leurs corps. C'est dans ce livre qu'on a lu leur histoire; c'est avec ces documents qu'on a ressuscité leur passé.

Plusieurs savants ont pris part à ces recherches. Parmi eux, Christy, le marquis de Vibraye, M. Falconer, et nos deux collègues, MM. Louis Lartet et Élie Massénat, méritent d'être cités avec honneur; mais il est un nom qui éclipse tous les autres, c'est celui du fondateur de la paléontologie humaine : Édouard Lartet.

On admire avec raison Cuvier, qui, en étudiant les ossements fossiles, est parvenu à reconstituer les faunes successives des temps géologiques.

On admire Champollion, qui, avec tant de sagacité et de patience, a su déchiffrer les inscriptions hiéroglyphiques des monuments de l'Égypte.

Non moins admirables sont les travaux d'Édouard Lartet. Son œuvre prend place entre celle de Cuvier et celle de Champollion, et participe à la fois de toutes deux. — Dans ces temps paléontologiques, où Cuvier n'avait étudié que les animaux éteints, il a fait revivre les sociétés humaines; et cet homme antique, contemporain du mammouth, il a retrouvé son histoire et sa chronologie, comme Champollion a retrouvé celles des architectes de la grande pyramide.

Ces trois hommes sont l'honneur de la science française. Ils ont été des initiateurs, ils ont fait école. Leurs disciples, leurs continuateurs, ont élargi les voies qu'ils avaient ouvertes, et les savants étrangers ont pris une part considérable à ces progrès incessants, mais n'oublions pas que la France a eu la gloire de leur montrer le chemin.

I

DÉTERMINATION DES ÉPOQUES.

Avant de parler d'un peuple, il est bon de lui assigner d'abord une place dans le temps. Mais la chronologie ordinaire n'est pas applicable ici. Nous abordons des périodes d'une longueur incalculable. Depuis l'époque où vécurent nos Troglodytes, le climat et la faune ont subi de grandes modifications, qui se sont produites lentement, sans révolution, sans actions violentes, sous l'influence des causes insensibles qui agissent encore aujourd'hui; et, lorsqu'on songe que ces causes, pendant le cours des siècles qui nous sont connus, n'ont amené, dans les milieux qui nous entourent, que des changements presque inappréciables, on peut se faire une idée de la prodigieuse durée de ce qu'on appelle une époque géologique.

Ce n'est ni par années, ni par siècles, ni par milliers d'années qu'on peut mesurer ces périodes immenses; ce n'est pas en chiffres qu'on peut en exprimer les dates; mais on peut déterminer l'ordre suivant lequel se sont succédé les époques géologiques, et les périodes dont chacune d'elles se compose. Ce sont là les dates de l'histoire de la planète et les éléments de ce qu'Édouard Lartet a appelé la *chronologie paléontologique*.

Je n'aurai pas à vous parler des époques primaire et secondaire; elles sont étrangères à la chronologie de l'homme, qui n'existait pas encore alors. L'époque tertiaire ne m'arrêtera pas non plus; les découvertes faites par M. Desnoyers, dans les gisements pliocènes de Saint-Prest, nous ont appris, il est vrai, que l'homme vivait déjà à la fin des temps tertiaires, en compagnie de l'*éléphant méridional,* du *rhinocéros leptorhinus* et du *grand hippopotame;* il aurait même vécu, suivant M. l'abbé Bourgeois, pendant la période miocène, en même temps que les *mastodontes,* prédécesseurs des éléphants; mais ce dernier fait est encore douteux, et, quant à l'homme tertiaire de Saint-Prest, il est tellement antérieur à nos Troglodytes, qu'il n'y a pas lieu de le faire figurer dans notre chronologie. Il nous suffira de déterminer nos dates à partir du commencement de l'*époque quaternaire.*

La fin de l'époque tertiaire avait été signalée par un phénomène remarquable, dont les causes ne sont pas encore parfaitement connues. L'hémisphère boréal s'était graduellement refroidi. D'immenses calottes de glace, descendant des flancs des montagnes dans les vallées et dans les plaines, avaient couvert une grande partie de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique septentrionale, et la température de notre zone, jusqu'alors torride, était peu à peu devenue glaciale. La durée de cette période de refroidissement, qu'on appelle la *période glaciaire*, fut excessivement

longue. Après avoir pris leur plus grande extension, les glaciers avaient considérablement reculé, puis ils avaient avancé de nouveau, sans atteindre toutefois leurs premières limites. Ce fut la dernière phase de l'époque tertiaire. La période glaciaire touchait à sa fin. L'adoucissement graduel de la température amena peu à peu la fusion des glaces, et l'époque quaternaire commença.

Les glaciers, ces immenses amas de neige durcie par le temps et accumulée pendant des milliers de siècles, produisirent, par leur fusion, des cours d'eau gigantesques, roulant dans leurs flots puissants les débris des montagnes, inondant les plaines, labourant le sol, creusant les vallées et laissant sur leur passage de grands dépôts de sable, d'argile et de cailloux. De cette époque, appelée *diluvienne*, datent nos rivières actuelles, mais elles ne nous donnent aujourd'hui qu'une faible idée de ce qu'elles étaient alors. Dans leurs lits rétrécis et presque stables, elles ne transportent plus que l'eau descendue au jour le jour des nuages, et les débordements qui suivent souvent la fonte des neiges sont bien peu de chose auprès de ceux qui se produisaient autrefois, lorsque la saison d'été faisait fondre à la fois les neiges de l'année et une partie de l'antique glacier.

Cette puissance extraordinaire des cours d'eau fut remarquable surtout pendant les premiers temps de l'époque quaternaire; elle s'amoindrit ensuite peu à peu, mais ce fut seulement lorsque les glaciers furent rentrés dans leurs limites actuelles, lorsque la température fut devenue à peu près égale à celle de nos jours, ce fut alors, dis-je, que cessèrent les phénomènes des grandes crues, et que l'époque quaternaire prit fin.

Depuis lors, les torrents n'ont pas cessé de rouler du sable et des cailloux, et parfois même d'arracher aux flancs des vallées des blocs plus ou moins volumineux, mais les rivières et les fleuves ne charrient plus au loin que des molécules terreuses ou limoneuses, dont les dépôts ont formé des terrains d'alluvion.

Toute la période qui s'est écoulée depuis la fin de l'époque quaternaire porte le nom d'*époque actuelle,* et les terrains qui se sont formés pendant sa durée portent le nom de *terrains récents*. Ils sont récents, en effet, eu égard aux terrains quaternaires, mais ils ne le sont pas par rapport à notre chronologie ordinaire, car il en est dont la formation a exigé plusieurs centaines de siècles.

Ces notions nous permettront de comprendre les faits les plus essentiels qui ont servi à établir les dates de la paléontologie humaine. Ces dates sont déterminées en premier lieu par la géologie pure, en second lieu par la paléontologie, et en troisième lieu par l'archéologie préhistorique.

Les dates géologiques sont inscrites principalement dans les vallées et dans les plaines, où les grands courants d'eau de l'époque quaternaire ont laissé leurs dépôts, sous formes de couches plus ou moins régulièrement stratifiées. A moins qu'un événement quelconque n'ait remanié ou creusé le sol, les couches sont superposées par ordre d'ancien-

neté (1). Les plus anciennes sont les plus inférieures et portent le nom de *bas niveaux;* au-dessus d'elles s'étalent les *moyens niveaux*, qui leur sont postérieurs, et qui sont recouverts à leur tour par les couches des *niveaux supérieurs,* provenant des derniers temps de l'époque quaternaire. Enfin une couche plus ou moins épaisse de terrains récents, formée d'alluvions, de tourbe, de terre végétale, etc., recouvre presque partout les terrains quaternaires.

Les dépôts de ces diverses couches ne se retrouvent pas nécessairement partout en série complète, et la nature des éléments dont ils se composent varient plus ou moins suivant les lieux; mais je ne puis entrer ici dans les détails; il me suffit de dire d'une manière générale comment l'étude de le superposition des couches, c'est-à-dire la *stratigraphie,* permet de déterminer l'âge relatif des divers dépôts récents ou quaternaires.

Cette première détermination est purement géologique. Grâce aux données qu'elle fournit, on peut connaître le degré d'ancienneté des animaux dont les ossements se trouvent mêlés aux diverses couches; ces animaux servent à leur tour à caractériser les périodes, et peuvent ainsi établir les dates des terrains ou des dépôts partiels qui ne font pas partie d'une stratification complète et régulière.

1° Parmi les animaux qui vivaient sur notre sol *au commencement de l'époque quaternaire,* les uns, comme le mammouth, n'existent plus qu'à l'état de fossiles : ce sont les animaux *éteints;* d'autres, comme le renne, ont disparu de nos climats, mais vivent encore en d'autres lieux : ce sont les animaux *émigrés;* d'autres enfin, comme le cheval, se sont maintenus jusqu'à nos jours sur notre sol : ce sont les animaux *actuels*.

Les animaux éteints abondaient dans les premiers temps quaternaires. Plusieurs étaient de grands et puissants mammifères, porteurs d'armes terribles, et, au milieu d'eux, l'homme faible et nu semblait bien peu de chose. C'étaient, entre autres, le grand ours des cavernes *(Ursus spelæus),* le grand lion des cavernes *(Felis spelæa),* l'hippopotame amphibie *(Hip. amphibius)*, le rhinocéros aux narines cloisonnées *(Rh. tichorinus),* l'éléphant antique *(Elephas antiquus),* enfin et surtout le géant et pour ainsi dire le roi de cette faune, le mammouth *(Elephas primigenius)*.

Il serait superflu d'énumérer les autres espèces *éteintes* qui vivaient à la même époque. Le renne et plusieurs animaux, maintenant *émigrés* comme lui, se trouvaient aussi dans cette faune, mais ils y étaient encore peu communs; enfin bon nombre d'espèces *actuelles* avaient déjà fait leur apparition.

De tous ces animaux, le plus remarquable, le plus puissant par la force et par le nombre, c'était le mammouth. Protégé contre le froid par une épaisse fourrure laineuse, pourvu de défenses formidables, et n'ayant à

(1) Cette règle souffre beaucoup d'exceptions. Lorsqu'une rivière a creusé profondément le sol, et surtout lorsqu'elle a en même temps changé son cours, les dépôts les plus anciens sont situés à un niveau plus élevé que ceux qu'elle a déposés plus tard sur ses berges abaissées.

craindre aucun ennemi, il avait prospéré et multiplié ; il s'était répandu partout; il était en quelque sorte le maître du sol. C'est donc à bon droit que la première période de l'époque quaternaire, celle qui correspond aux bas niveaux des vallées, a été appelée l'*âge du mammouth*.

Toutes les conditions favorables à la prospérité de cette espèce étaient alors réunies. Mais peu à peu survinrent des changements, qui devaient à la longue amener sa décadence. La température était devenue moins rigoureuse, et un grand nombre d'espèces d'herbivores, jusque-là restreintes dans leur développement par l'inclémence du milieu, avaient pu prendre une plus grande extension. Les rennes et plusieurs autres cerfs, les chevaux, les bœufs, les bisons s'étaient multipliés. Ces nombreux rivaux, plus féconds que le mammouth, lui disputaient sa nourriture végétale. Déjà, pour lui, la lutte pour l'existence avait commencé. Déjà, il voyait se dresser contre lui la puissance de l'homme, qui, sous ce climat quelque peu adouci, pouvait former des tribus assez fortes pour lui déclarer la guerre. Enfin, et surtout ce même climat, qui favorisait ses ennemis et ses rivaux, était devenu directement nuisible à son organisation, faite pour des températures boréales.

Le mammouth, si commun dans la première période quaternaire, commença donc à décliner. Il cessa d'être l'espèce prédominante de la faune. Parmi les espèces qui avaient formé son ancien cortége, plusieurs subirent comme lui l'influence nuisible de la lente modification des milieux. On les vit diminuer peu à peu et s'éteindre insensiblement l'une après l'autre. Il leur survécut encore, et tout permet même de croire qu'il prolongea son existence jusqu'à la fin des temps paléontologiques ; mais il y avait longtemps déjà que son règne était fini.

2° Il y eut ainsi, vers le milieu de l'époque quaternaire, un *âge intermédiaire,* correspondant aux moyens niveaux des vallées : âge où plusieurs espèces contemporaines du mammouth étaient déjà éteintes, où d'autres, représentées seulement par de rares individus, étaient sur le point de disparaître à leur tour, tandis que prospéraient, au contraire, les espèces mieux adaptées aux conditions ambiantes. Parmi ces dernières, le renne *(Cervus tarandus)* occupait déjà une place importante, mais ce fut seulement dans la période suivante qu'il prit toute son extension.

La faune de l'âge intermédiaire n'a pas, en paléontologie, de caractéristique propre. Ce qui la distingue, c'est moins la nature des espèces que la proportion relative de leurs représentants. Certaines espèces de l'âge du mammouth n'existent plus, mais d'autres se retrouvent encore çà et là. Le mammouth, quoique déjà bien réduit en nombre, n'est pas encore devenu rare. Le renne, au contraire, est devenu plus commun, ainsi que les cerfs, les chevaux et les bœufs.

3° Cet âge intermédiaire fit place, peu à peu, au troisième et dernier âge de l'époque quaternaire. Lorsque les couches des hauts niveaux commencèrent à se former, les espèces que nous appelons éteintes avaient presque entièrement disparu. Quelques rares mammouths sur-

vivaient pourtant. Plus rares encore étaient le grand cerf d'Irlande *(Megaceros hibernicus)* et le grand lion des cavernes. Le reste de la faune avait peu changé, mais le renne avait pullulé d'une façon extraordinaire. C'était lui qui constituait alors la principale nourriture de l'homme. La troisième période de l'époque quaternaire mérite donc d'être appelée l'*âge du renne.*

Ce n'est pas seulement par la présence du renne que la faune de ce temps-là différait de celle de nos jours; à côté du renne, vivaient, sur notre sol encore froid, bon nombre d'espèces amies des frimats et qui ne peuvent se maintenir dans les climats tempérés. Lorsque les conditions de la température se rapprochèrent des conditions actuelles, les individus qui, sur nos plateaux et dans nos plaines, représentaient ces espèces, durent disparaître; mais les espèces elles-mêmes ne périrent pas pour cela. Dans les régions plus froides où elles s'étaient répandues, elles trouvèrent un milieu plus favorable, et elles ont pu ainsi se perpétuer jusqu'à nos jours. Parmi ces espèces, qu'on appelle *émigrées*, les unes, telles que le renne, le glouton, le bœuf musqué, se sont retirées vers le Nord; d'autres, telles que le chamois, le bouquetin, la marmotte, n'ont pas quitté notre zone, mais ont émigré en altitude, et se sont réfugiées sur les hautes cimes des Alpes et des Pyrénées.

4° La disparition du renne et des autres espèces, dites émigrées, marqua la fin de l'époque quaternaire et des temps paléontologiques. Alors commença l'*époque moderne.* Notre climat était probablement encore un peu plus froid qu'il ne l'est aujourd'hui, mais il était déjà tempéré, et les faibles changements qu'il a subis depuis lors n'ont pas modifié les conditions de la vie à un degré suffisant pour porter atteinte à l'existence des espèces. Si l'urus *(Bos primigenius)* et l'aurochs *(Bison europœus)* ont disparu de notre sol, il faut attribuer ces résultats à l'action destructive de l'homme bien plus qu'à celle du climat (1), et c'est à l'homme encore qu'est due l'introduction de plusieurs espèces nouvelles, pour la plupart domestiques. A ces réserves près, on peut dire que, depuis la fin de l'époque quaternaire, notre faune n'a pas changé, et que les terrains récents ne renferment plus que des espèces actuelles.

Les dates que nous cherchons à établir sont donc déterminées à la fois par la stratigraphie et par la paléontologie. Elles reposent encore sur des données d'un autre ordre, dont l'ensemble constitue aujourd'hui une véritable science, l'archéologie préhistorique.

L'homme a vécu à toutes les époques dont nous venons de parler. Peu nous importe, ici, qu'il ait assisté ou non aux dernières périodes de l'époque tertiaire. Cet homme tertiaire ne rentre pas dans notre cadre ; il est d'ailleurs encore en contestation.

Mais ce qui est certain, ce qui a été démontré irrévocablement par

(1) L'urus est aujourd'hui éteint, mais il existait, il y a trois ou quatre siècles, en Allemagne et en Grande-Bretagne. L'aurochs n'existe plus que dans une forêt de la Lithuanie, sous la protection d'une loi spéciale de l'empire russe. On en a signalé aussi un troupeau dans le Caucase.

Boucher de Perthes, c'est que les plus anciens gisements de l'époque quaternaire renferment les débris de l'industrie humaine. La connaissance des métaux ne date, pour ainsi dire, que d'hier. Avant de posséder ces puissants auxiliaires, l'homme n'était pas désarmé. Pour fabriquer ses outils et ses armes, il avait employé diverses matières dures, les os, les dents des grands animaux, les cornes, les bois des ruminants, mais surtout la pierre, et plus particulièrement le silex; c'est pourquoi on a donné, dans l'histoire de l'homme, le nom d'*âge de pierre* à toute la période qui a précédé l'usage des métaux.

Cet âge de pierre dure encore chez certaines peuplades sauvages, et il n'a pris fin, chez les peuples les plus anciennement civilisés, qu'à une époque peu antérieure aux temps historiques. Il embrasse donc presque toute la durée de l'existence de l'humanité. Or, le mode de fabrication des instruments, leur forme, leur nature, ont dû nécessairement varier pendant cette immense période, comme variaient les besoins, le genre de vie et l'état social de l'homme qui les employait; et, si nous songeons maintenant que les pierres dures se conservent indéfiniment dans le sol, nous comprendrons que les débris de cette industrie primitive constituent des médailles ineffaçables et des documents chronologiques d'une haute importance.

Les dates établies par l'archéologie préhistorique s'accordent assez bien et coïncident même quelquefois d'une manière remarquable avec celles de la paléontologie et de la stratigraphie. De même que certaines espèces animales se sont maintenues depuis les premiers temps quaternaires, certaines formes de silex taillés se sont perpétuées presque sans changement à travers plusieurs âges archéologiques. Telles sont ces lames allongées, tranchantes sur leurs deux bords, taillées à deux pans sur l'une de leurs faces, d'un seul éclat sur l'autre face, et désignées sous le nom de couteaux. Les petits couteaux d'obsidienne qu'emploient quelquefois encore les indigènes du Mexique, et dont je vous présente quelques échantillons, et les couteaux de silex que nos ancêtres de l'âge de bronze déposaient souvent dans leurs sépultures, ont une forme très semblable à celle des lames de l'âge du mammouth. Mais cet exemple est exceptionnel, et, d'une manière générale, l'outillage préhistorique a subi, d'âge en âge, des modifications notables.

Je ne puis songer à examiner, encore moins à décrire ici les nombreux instruments de chaque époque : haches, couteaux, pointes de lances ou de flèches, grattoirs, râcloirs, perçoirs, marteaux, etc. Pour le but que je me propose, la question peut être ramenée à des termes beaucoup plus simples. Vous venez de voir que les géologues ont pu, plus d'une fois, déterminer et désigner toute une faune, d'après une seule espèce caractéristique; comme eux, les archéologues ont choisi, pour distinguer les unes des autres les diverses périodes de l'âge de pierre, l'instrument le plus caractéristique de chacune d'elles.

La détermination de ces périodes et de leur nombre ne peut être absolument rigoureuse, car l'industrie du silex a pu souvent subir à la

même époque, mais en des lieux différents, des modifications différentes. Toutefois, lorsqu'on étudie la question dans son ensemble, on peut, à l'exemple de M. de Mortillet, réduire à trois le nombre des périodes archéologiques de l'époque quaternaire.

1° Le type le plus remarquable des premiers temps quaternaires est la *hache* dite de *Saint-Acheul.* (Voy. *fig.* 29 et 30.) C'est un silex de volume

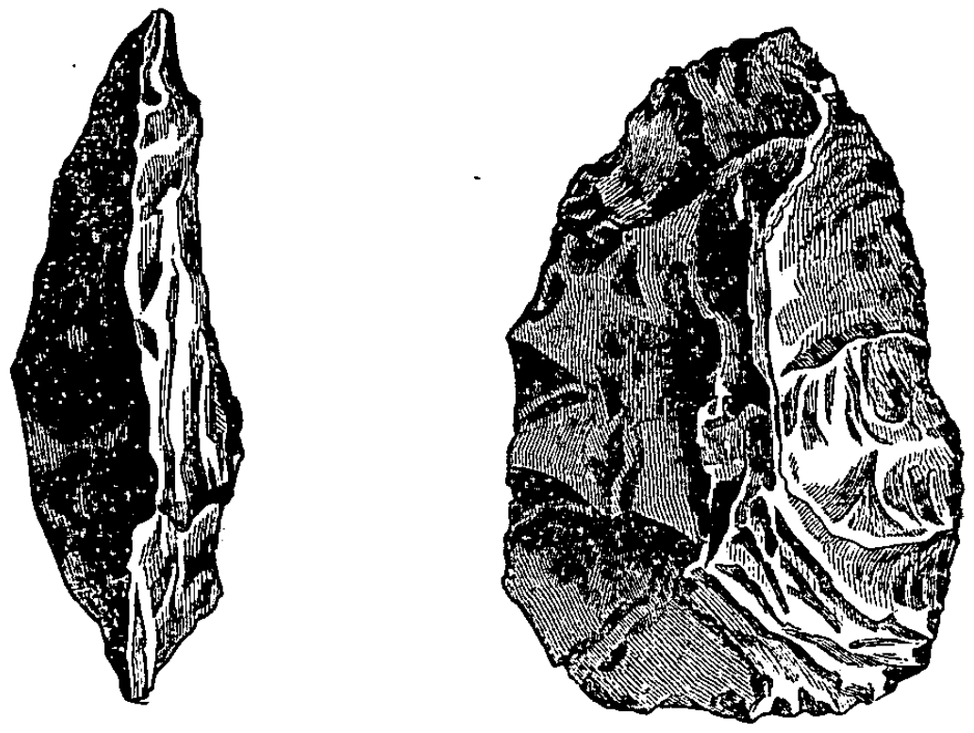


Fig. 30. Fig. 29.

Le type de Saint-Acheul. — Hache taillée sur deux faces. — Fig. 29. Vue de face. — Fig. 30. Vue de champ.

variable, toujours assez gros, plus long que large, épais à sa partie moyenne, aminci sur ses bords, présentant une extrémité pointue ou plutôt ogivale, tandis que l'autre extrémité est plus arrondie; — et ce qui le caractérise surtout, c'est qu'*il est taillé sur ses deux faces,* qui sont plus ou moins convexes l'une et l'autre et plus ou moins symétriques. Ce type abonde à Saint-Acheul, près Amiens, dans la vallée de la Somme, et de là est venu son nom, mais on l'a retrouvé dans la plupart des gisements de l'âge du mammouth. Il se rencontre aussi quelquefois dans des gisements moins anciens, mais il y est beaucoup plus rare.

2° Une seconde époque de l'âge de pierre est caractérisée par la *pointe du Moustier.* (Voy. *fig.* 31, 32, 33.) Cet instrument, qu'on fixait au bout d'une grosse lance, présente un contour extérieur peu différent de celui de la hache de Saint-Acheul, si ce n'est qu'il est généralement un peu plus pointu; mais ce qui le distingue tout à fait, c'est qu'*il n'est taillé que sur une de ses faces;* l'autre face a été enlevée d'un seul éclat, et n'a pas été retouchée. Il n'est donc pas biconvexe, comme le précédent, mais plano-convexe et par conséquent deux fois moins épais.

Le type du Moustier tire son nom de la caverne du Moustier, où il est très commun et où il a été étudié pour la première fois par Édouard Lartet et Christy. On en a retrouvé quelques spécimens dans des gisements plus anciens, correspondant à la première époque quaternaire, et

aussi dans des gisements plus récents, correspondant à la dernière mais il n'a été vraiment usuel que dans la période intermédiaire.

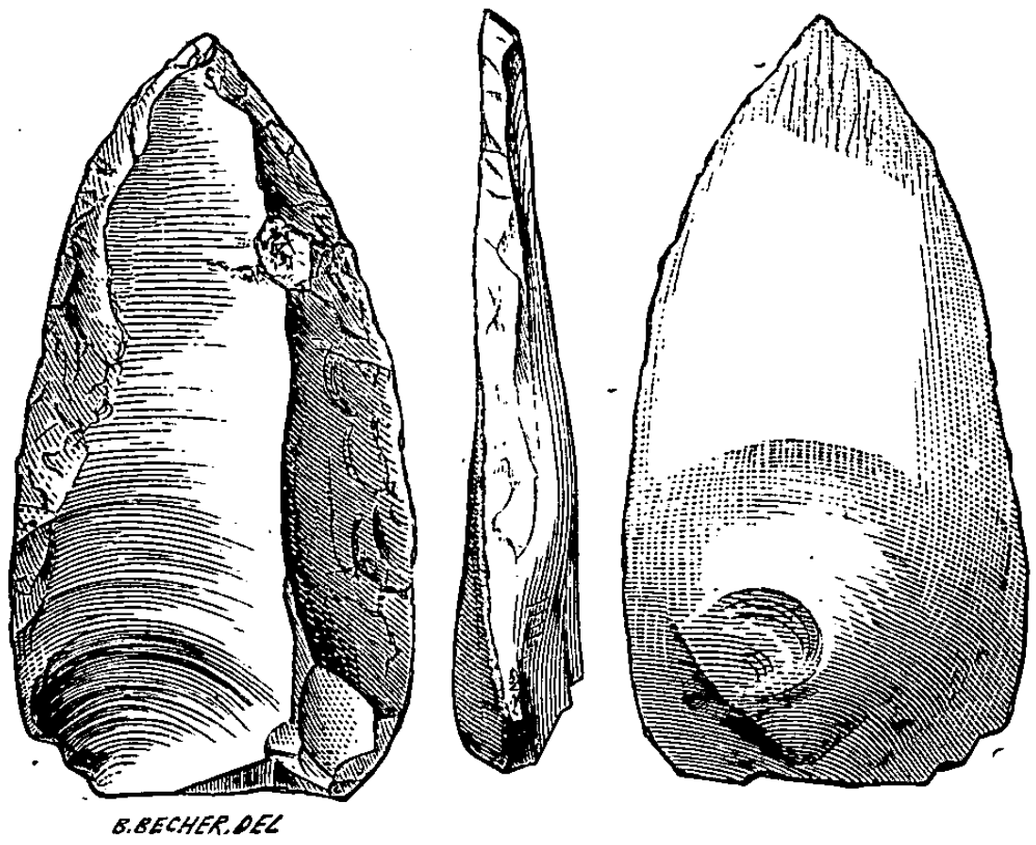


Fig. 32. Fig. 33. Fig. 31.

Le type du Moustier. — Pointe de lance taillée sur une seule face.—Fig. 31. La face non taillée, détachée d'un seul éclat; on aperçoit vers la base la saillie du *bulbe de percussion*. — Fig. 32. La face taillée. — Fig. 33. Vue de champ.



Fig. 34.

Le type de Solutré. — Pointe de lance de Solutré (Hamy, *Paléontologie humaine*).

3° Dans une troisième époque, qui correspond à l'âge du renne, la taille du silex s'est perfectionnée. Les armes pointues ou tranchantes sont moins massives. Les contours ou les faces en sont plus réguliers, plus symétriques, et une retouche fine, faite à petits éclats, en a délicatement aminci les bords. Cette période de l'âge de pierre est caractérisée par la nature du travail bien plus que par la nature des instruments. On est convenu, toutefois, de prendre pour type *la pointe de lance de Solutré*, parce que, il y a peu de temps encore, les lances provenant de la station de Solutré, en Mâconnais, étaient les instruments les mieux travaillés que l'on eût extraits des gisements quaternaires (voy. *fig. 54*); mais depuis lors, M. le Dr Jules Parrot et son frère M. Philippe Parrot ont trouvé à Saint-Martin d'Excideuil (Dordogne), dans une caverne de l'âge du renne, de nombreux silex d'une taille bien plus perfectionnée encore.

4° Nous voici parvenus à la fin de l'âge du renne. Au moment où s'ouvre l'époque actuelle, nous voyons apparaître, dans l'industrie du silex, un dernier perfectionnement qui marque le début d'une nouvelle ère archéologique. Jusqu'alors on n'avait façonné le silex que par la percussion ou la pression. On avait appris, il est vrai, à arrondir par le frottement quelques objets de pierre d'un usage tout à fait secondaire,

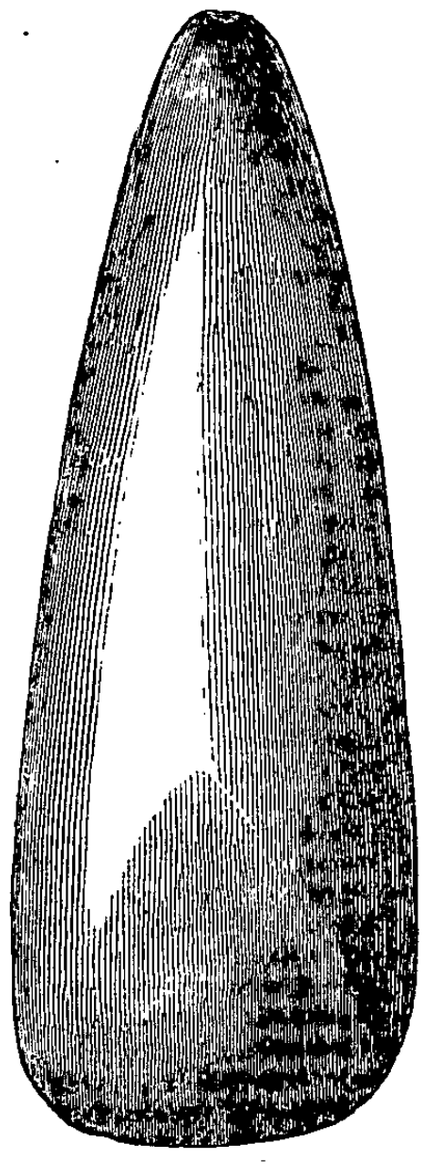


Fig. 35. — La hache polie.

mais les armes et les outils de silex étaient toujours taillés. Dans l'ère nouvelle où nous entrons, on continua à fabriquer encore de nombreux

instruments de silex taillé, mais désormais on savait polir le silex, et la *hache polie,* trop connue pour qu'il soit utile de la décrire, devint le principal auxiliaire de l'homme (Voy. *fig.* 55.)

Cette hache caractérise l'*époque de la pierre polie* ou l'*époque néolithique,* qui termine l'âge de pierre, et qui dure par conséquent jusqu'à l'introduction des métaux.

L'ensemble des périodes qui ont précédé l'apparition de la hache polie constitue l'*époque de la pierre taillée,* qu'on appelle encore l'époque archéolithique, ou mieux *paléolithique.*

Les diverses phases de l'époque de la pierre taillée s'étaient succédé progressivement et par transitions presque insensibles, comme les périodes géologiques correspondantes. L'époque de la pierre polie, au contraire, se distingue nettement, et presque brusquement, de celle qui l'a précédée. Son début coïncide exactement avec la disparition du renne, c'est-à-dire avec la fin des temps paléontologiques, et avec le commencement de l'époque actuelle des géologues. Il coïncide encore avec un changement complet de l'état social de l'homme, avec la domestication du chien, avec la vie pastorale, marquée par la domestication de plusieurs espèces d'herbivores, bientôt enfin avec l'agriculture. Une longue suite de siècles s'écoula ensuite jusqu'à l'apparition du bronze, qui mit fin à l'âge de pierre. La durée de l'époque de la pierre polie fut donc très grande; auprès d'elle toute la période des temps historiques n'est que bien peu de chose, et cependant cette période de la pierre polie, quelque longue qu'elle puisse nous paraître, a été incomparablement plus courte qu'aucune de celles dont se compose l'époque de la pierre taillée.

Nous venons d'examiner la succession des périodes préhistoriques à partir du commencement de l'époque quaternaire, sous le triple point de vue de la stratigraphie, de la paléontologie et de l'archéologie. Nous avons ainsi obtenu trois séries de dates, dont la concordance n'est pas toujours rigoureuse. Elle l'est seulement pour la dernière date, qui marque le commencement de l'époque moderne; elle n'est qu'approximative pour les dates plus anciennes; mais elle suffit toutefois pour permettre de dresser le tableau suivant, qui nous servira de résumé :

	DATES STRATIGRAPHIQUES.	DATES PALÉONTOLOGIQUES.	DATES ARCHÉOLOGIQUES.
ÉPOQUE quaternaire.	Bas niveaux des vallées non remaniées.	Age du mammouth.	La hache de St-Acheul.
	Moyens niveaux, id.	Age intermédiaire	La pointe du Moustier.
	Hauts niveaux, id.	Age du renne.	La pointe de Solutré
ÉPOQUE moderne.	Terrains récents.	Faune actuelle.	La hache polie.

II

STATIONS SUCCESSIVES DES TROGLODYTES DE LA VÉZÈRE.

Nous possédons maintenant les notions nécessaires pour assigner une place dans le temps aux Troglodytes de la vallée de la Vézère. On n'a pas trouvé dans leurs nombreuses stations une seule hache polie; toute leur industrie se rapporte à l'époque de la pierre taillée. Ils sont donc antérieurs à l'époque moderne.

Ils ont connu le mammouth, ils l'ont combattu, ils l'ont mangé, ils l'ont même dessiné; ils ont connu aussi le grand lion des cavernes et l'hyène des cavernes. Néanmoins, dans leur plus ancienne station, la plus ancienne du moins que l'on connaisse, celle du Moustier, les espèces éteintes sont déjà assez rares. Nos Troglodytes ne datent donc pas de la première période quaternaire ou âge du mammouth; mais leur station du Moustier appartient incontestablement à l'âge que nous avons appelé intermédiaire, et qui précéda l'âge du renne.

Leurs autres stations s'échelonnent d'époque en époque jusqu'à la fin de l'âge du renne; ils ont donc assisté à l'extinction de l'ancienne faune; ils n'en ont pas vu, il est vrai, disparaître le dernier survivant, le mammouth, car de rares débris de cet animal se rencontrent dans les cavernes les plus récentes de la Vézère; mais, à quelques lieues de là, à Excideuil, MM. Jules et Philippe Parrot ont découvert une caverne paléolithique où ils n'ont trouvé aucune trace des espèces éteintes, et où le renne lui-même était déjà rare.

Ainsi les Troglodytes du Périgord ont traversé les deux dernières périodes de l'époque quaternaire, depuis la décadence du mammouth jusqu'à la disparition du renne; il nous est impossible de mesurer le nombre immense des siècles pendant lesquels ils ont vécu, mais nous pouvons nous en faire une idée en étudiant les rapports de leurs stations avec le niveau de la Vézère.

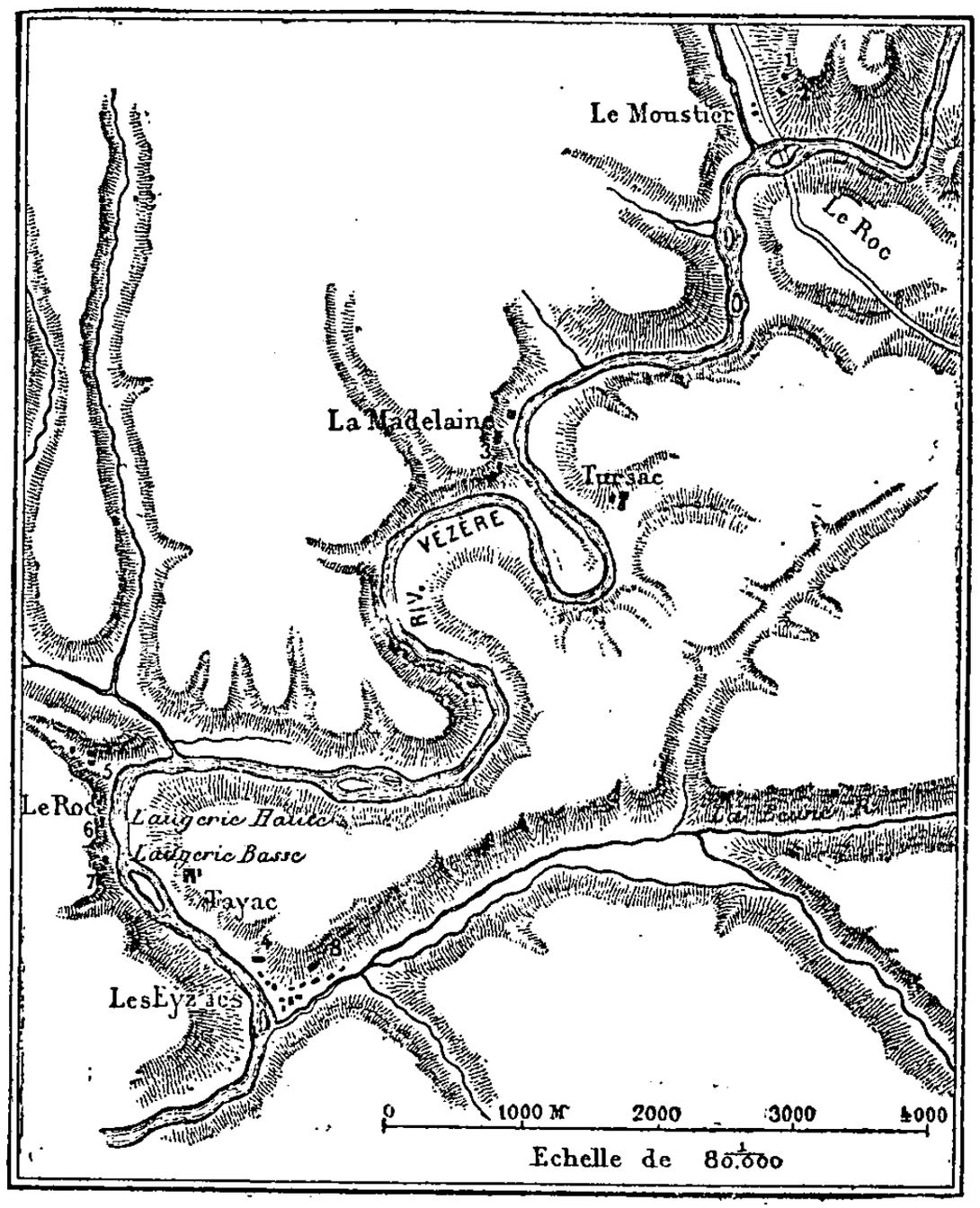
Depuis que la caverne du Moustier a cessé d'être habitée, elle a été si souvent inondée par la Vézère, qu'elle a été *entièrement* remplie par la terre d'alluvion. Cette couche de terre, dont l'épaisseur atteint près de 2 mètres, ne renferme ni ossements, ni silex. Elle a recouvert la couche qui formait le sol de l'habitation, celle où l'homme a laissé les débris de son industrie et les restes de ses festins. Cela prouve que l'ouverture de la caverne était à la portée des grandes crues, qu'elle était par conséquent à un niveau peu supérieur à celui de la rivière. Or, elle est située aujourd'hui à 27 mètres au-dessus de l'étiage; la profondeur de la vallée s'est donc considérablement accrue depuis l'époque des Troglodytes du Moustier.

D'un autre côté, la station de la Madelaine, qui est l'une des plus récentes et peut-être la plus récente de la vallée, est peu supérieure au niveau des plus grandes crues actuelles. On peut en conclure que la vallée

de la Vézère différait fort peu alors de ce qu'elle est aujourd'hui, et que, depuis l'époque de la Madelaine, le niveau a tout au plus baissé de quelques mètres.

Ainsi, ce creusement de 27 mètres, dû à l'action des eaux, s'est effectué presque tout entier sous les yeux de nos Troglodytes, et depuis lors, pendant toute la durée de l'époque moderne, c'est-à-dire pendant des centaines de siècles, il n'a fait que très peu de progrès. Jugez d'après cela combien de générations humaines ont dû s'écouler entre l'époque du Moustier et celle de la Madelaine.

Il est aisé de prévoir que, dans un aussi immense laps de temps, les mœurs et l'industrie de ces peuplades ont dû subir des modifications notables. C'est ce que nous constaterons sans peine en étudiant successivement leurs diverses stations.



Gravé chez Erhard

Fig. 36. — Carte des stations quaternaires de la Vézère.

1. Caverne du Moustier. — 2. Abri du Moustier. — 3. Abri de la Madelaine. — 4. Abri et sépulture de Cromagnon. — 5. Abri de Laugerie-Haute. — 6. Abri de Laugerie-Basse. — 7. Caverne de la Gorge-d'Enfer. — 8. Caverne des Eyzies.

Toutes celles de ces stations qui sont connues jusqu'ici sont groupées, sur les deux rives de la Vézère, dans une région très circonscrite. Du

Moustier, qui est en amont, aux Eyzies, qui sont en aval, la distance n'est que de 8 kilomètres à vol d'oiseau; elle est à peu près double lorsqu'on suit les sinuosités de la vallée. Entre ces stations extrêmes on voit se succéder, sur la rive droite, celles de la Madelaine, de Laugerie-Haute, de Laugerie-Basse, de la Gorge d'Enfer, puis, sur la rive gauche, celle de Cromagnon, très voisine des Eyzies. (Voy. la carte, *fig. 36.*)

Les unes sont de véritables cavernes d'habitation, les autres ne sont que des abris sous roche, largement ouverts sur la vallée. Il y a au Moustier une caverne et un abri; la Gorge-d'Enfer et les Eyzies sont des cavernes; la Madelaine, les deux Laugerie et Cromagnon sont des abris. Mais ces distinctions n'ont aucune importance chronologique. Les plus anciens Troglodytes, comme les plus modernes, usaient à la fois de la caverne et de l'abri. Ce n'est pas d'après la nature des habitations, c'est d'après la nature des débris qu'elles recèlent que nous pourrons reconnaître leur ancienneté relative.

Les stations du Moustier ont évidemment précédé toutes les autres; celle de Cromagnon est moins ancienne, mais appartient encore, comme la précédente, à l'âge intermédiaire. Laugerie-Haute, la Gorge-d'Enfer sont déjà de l'âge du renne; enfin Laugerie-Basse, les Eyzies, la Madelaine, forment un dernier groupe, et nous conduisent jusqu'à la fin de l'époque quaternaire.

Les Troglodytes du *Moustier* sont encore tout à fait sauvages. Ils ne savent pas façonner l'os et la corne; ils ne connaissent que la pierre. Les silex taillés abondent dans leurs stations; mais, à l'exception d'une seule pointe de flèche dont la taille est assez soignée, tous ces silex sont grossièrement travaillés. Point d'objets délicats, point de petits outils; quelques rares haches du type de Saint-Acheul, tranchantes sur leurs deux bords; quelques lames pouvant plus ou moins servir de couteaux, et un grand nombre de hachettes massives, à un seul tranchant convexe, tenues à la main, tels sont les seuls instruments de la vie domestique. Tous les autres instrments sont des armes. Quelques pointes de flèches prouvent qu'on n'ignorait pas l'usage de l'arc, mais ce n'était évidemment pas l'arme usuelle. Le véritable engin des Troglodytes du Moustier, celui qui caractérise cette station et cette époque, c'est la pointe de lance ou d'épieu que nous avons déjà décrite. — (Voy. plus haut, *fig. 31, 32* et *33.*)

Ce silex robuste, en pointe ogivale, tranchant sur ses deux bords, assez large pour faire de grandes blessures, assez mince pour pénétrer aisément dans les chairs, constituait une arme bien plus terrible que la hache de Saint-Acheul. Emmanché au bout d'un épieu, il pouvait mettre à mort les plus grands mammifères. Jusque-là, l'homme mal armé, aux prises avec les puissants animaux quaternaires, leur avait fait une guerre plutôt défensive qu'offensive. Mais désormais il prend l'offensive. Il ne les craint plus : sa lance à la main, il peut les attendre de pied ferme, il peut organiser contre eux une guerre à outrance. Il a trouvé sa voie : il marche à la conquête du monde.

On a recueilli au Moustier les débris du mammouth, du grand lion des cavernes, de l'hyène des cavernes. Mais la principale nourriture de l'homme, à cette époque, c'était le cheval, puis l'aurochs; le renne ne venait qu'en troisième ligne. Le matériel de chasse était fait pour attaquer l'ennemi qui résiste, plutôt que le gibier qui fuit. On négligeait les armes de trait, qui atteignent les petits quadrupèdes et les oiseaux. On négligeait aussi la pêche et peut-être ne la connaissait-on pas. Il n'y a, dans la station du Moustier, aucun os d'oiseau, aucun os de poisson, Ces rudes chasseurs ne connaissaient que la grande lutte; ils y dépensaient toute leur énergie, toute leur intelligence; ils déblayaient le sol; ils préparaient les territoires de chasse pour leurs descendants.

Les hommes de *Cromagnon*, moins anciens que ceux du Moustier, ont déjà fait quelques progrès notables. Leurs outils sont moins massifs, plus nombreux, plus variés et surtout beaucoup mieux travaillés. Ils n'ont plus la pointe du Moustier, mais ils ont une espèce de poignard en silex. Ils portent des ornements en coquillage, et leurs nombreux râcloirs semblent indiquer qu'ils préparent des peaux pour se vêtir. Leur nourriture principale est toujours le cheval, mais leur cuisine est déjà très variée. On trouve dans les débris de leurs repas, outre le renne, qui commence à devenir commun, des os ou des dents d'aurochs, de sanglier, de cerf, de bouquetin, de loup, de renard, de spermopile, de lièvre, et même d'un oiseau appartenant au genre *Crane*. Ils chassent donc le gibier aussi bien que la grosse bête; mais ils ne savent pas encore atteindre le poisson.

Parmi ces débris d'animaux figurent toujours le mammouth et le grand lion des cavernes. Il y a aussi un grand ours, qui pourrait bien être l'*Ursus spelæus*. Rappelons, en outre, que le renne ne pullulle pas encore, qu'il est moins abondant que le cheval. Nous ne sommes donc pas encore sortis de l'âge intermédiaire; mais, en arrivant aux stations suivantes, nous entrons définitivement dans l'âge du renne; désormais les débris de cet animal seront, à eux seuls, beaucoup plus abondants que tous les autres ensemble.

Nous avons déjà constaté, à Cromagnon, un progrès évident dans l'art de tailler le silex. Dans les générations suivantes, cet art fait de nouveaux progrès, et à *Laugerie-Haute* il atteint tout son développement.

Les plus beaux ouvrages en silex de la vallée de la Vézère sont ceux de Laugerie-Haute. Tous les outils, toutes les armes de cette station sont en silex. Ils sont innombrables; leurs formes et leurs dimensions sont très variées. Beaucoup n'ont rien de remarquable; quelques-uns sont même grossiers; parmi ces derniers figurent des pointes de lances, ou plutôt d'épieux, assez semblables à la large pointe du Moustier. Mais, à côté de ces objets imparfaitement travaillés, on en trouve d'autres dont la forme élégante et les contours finement retouchés décèlent des ouvriers habiles.

Ces beaux silex de Laugerie-Haute se rattachent au type dit de Solutré. Leur forme est lancéolée aiguë; ils ont peu d'épaisseur; leurs bords

amincis, retouchés à petits coups, sont symétriques et réguliers; leur base est souvent façonnée de manière à faciliter l'emmanchement. Ils sont évidemment destinés à s'adapter à l'extrémité d'une tige de bois. Leurs dimensions varient beaucoup; mais, qu'ils soient grands, moyens ou petits, leur type reste à peu près le même. Il est aisé de reconnaître que les petits sont des pointes de flèches; les moyens armaient sans doute des dards qu'on lançait à la main. Les grands enfin sont des pointes de lances, mais leur peu de largeur indique que ces lances étaient assez légères.

S'il s'agissait de combattre le mammouth ou le grand lïon des cavernes, de pareilles armes ne vaudraient pas la pointe du Moustier. Mais les animaux dangereux sont devenus rares; la bête ne résiste plus à l'homme, elle fuit devant lui; pour l'atteindre, il faut des armes légères, il faut surtout des armes de trait. Si le renne évite la lance, le dard pourra l'atteindre, et s'il est hors de la portée du dard, la flèche rapide le gagnera de vitesse. Mais la flèche et le dard manqueront leur but, s'ils sont grossièrement travaillés. Une pointe trop lourde, irrégulière, asymétrique, fera dévier le trait. C'est ce que les hommes de Laugerie-Haute ont compris; ils ont perfectionné la taille du silex pour perfectionner leur armement; ce n'est pas une idée artistique qui les a guidés; l'art leur est étranger encore; ils ne connaissent que l'utilité. S'ils donnent à leur pointe de silex une forme élégante, c'est seulement pour frapper plus juste, et ils n'ont garde de perdre leur temps à façonner leurs autres outils avec le même soin.

Ces pointes finement travaillées, si communes à Laugerie-Haute, ne se retrouvent plus dans les stations ultérieures de la vallée de la Vézère. On a cru, d'après cela, que l'industrie du silex, après avoir progressé jusqu'à l'époque de Laugerie-Haute, était ensuite tombée en décadence. On s'en est étonné, et il serait étonnant, en effet, que des peuples, aussi perfectibles que se montrèrent les Troglodytes de l'âge du renne, eussent laissé dépérir leur industrie fondamentale. Mais plusieurs objets provenant de leurs stations les plus récentes prouvent qu'ils n'avaient pas perdu le secret de la taille délicate, et que, s'ils ne façonnaient plus les pointes de Laugerie-Haute, c'est parce qu'ils n'en avaient plus besoin.

Un grand progrès s'était accompli. On avait appris à travailler le bois de renne et les os d'animaux. C'est avec ces substances, plus maniables que le silex, moins dures que lui sans doute, mais d'une solidité bien suffisante, qu'on fabriquait des armes de trait d'une portée plus longue et d'une précision plus grande. Puis, ces procédés de fabrication une fois connus, on s'était servi de l'os et du bois de renne pour confectionner un grand nombre d'ustensiles et d'objets de toute sorte.

Mais le règne du silex n'était pas fini pour cela. Jamais, au contraire, on n'avait vu un assortiment aussi varié de silex taillés : à ceux qui servaient eux-mêmes d'armes ou d'ustensiles, étaient venus se joindre une multitude de petits outils destinés à travailler le bois de renne.

Nous assistons ici à une évolution importante de l'industrie. On n'avait jusqu'alors que l'industrie simple ou de première main, qui utilise directement la matière première. Voici maintenant l'industrie de seconde main. On fabrique des outils qui ne servent qu'à en fabriquer d'autres.

De tout temps, il est vrai, le silex avait été employé comme instrument de fabrication. Depuis le début de l'âge de pierre on s'en était servi pour travailler le bois, pour faire des pieux, des massues, des bois de lance ou de flèche. L'idée d'exploiter de la même manière les parties dures du corps des animaux n'était pas nouvelle non plus, car il y avait déjà, dans l'antique station de Cromagnon, quelques pointes de dard en bois de renne et même quelques plaques d'ivoire. Mais ce qui caractérise l'époque où nous entrons, c'est la création d'un outillage spécial, qui ne sert pas directement aux besoins de la vie, et qui n'est destiné qu'à faciliter et à perfectionner la fabrication des instruments usuels. De ce jour commence cette division du travail, qui doit plus tard centupler la puissance de l'homme et lui assujettir la nature.

L'exploitation du bois de renne est déjà assez avancée dans la station de la *Gorge-d'Enfer*. On y trouve tout un assortiment d'objets en bois de

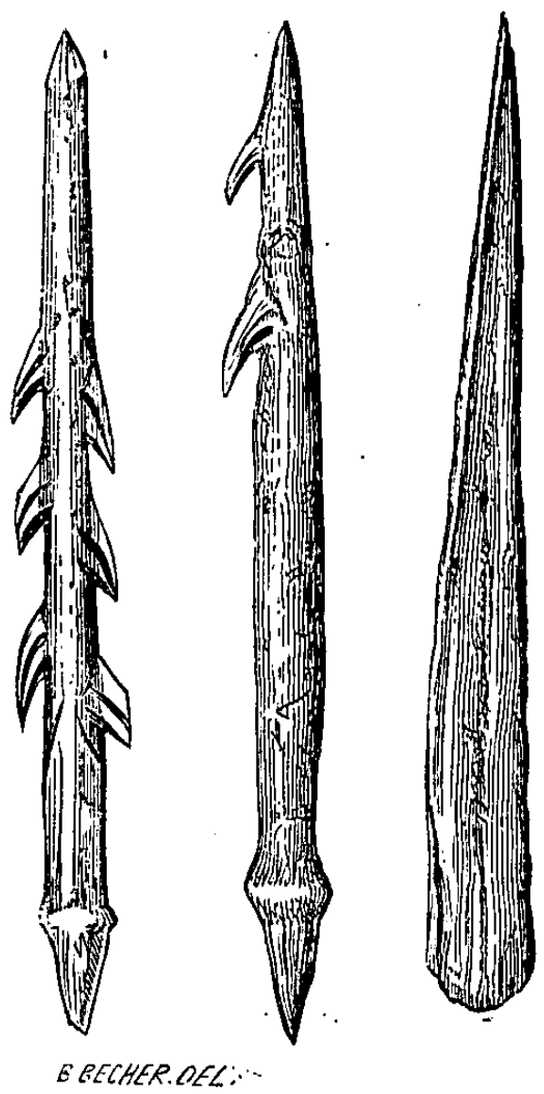


Fig. 39. Fig. 38. Fig. 37.

Fig. 37. Pointe de bois de renne, sans barbelures (Gorge-d'Enfer). — Fig. 38. Harpon à barbelures unilatérales. — Fig. 39. Flèche à barbelures bilatérales.

renne : lances, dards, flèches, poinçons, aiguilles, marques de chasse, registres de compte, etc. Ces objets sont assez bien travaillés, mais sans

ornements, et les armes de trait ont la forme la plus simple. Ce sont des pointes coniques dépourvues de barbelures. (Voy. *fig. 37.*)

L'invention des barbelures est digne d'attention. Ces pointes récurrentes rendaient le coup plus dangereux sans doute; le projectile restait fixé dans les chairs, et l'animal blessé ne pouvait s'en débarrasser en fuyant à travers les buissons. Mais ce n'était probablement pas le but principal des barbelures. Disposées en séries sur les deux côtés de la flèche (voy. *fig. 39*), elles la soutenaient dans l'air comme des ailes; elles augmentaient la portée et la précision du tir, et cette innovation supposait une certaine connaissance de la physique expérimentale.

Les barbelures présentent sur une de leurs faces une ou plusieurs rigoles que l'on suppose destinées à recevoir du poison.

La barbelure des armes de trait et l'ornementation plus ou moins artistique sont les deux grands caractères des stations de la dernière époque. Celles-ci sont au nombre de trois : les *Eyzies, Laugerie-Basse* et *la Madelaine*. Elles sont très semblables entre elles, et il est probable qu'elles ont été à peu près contemporaines. A quelques égards, l'art est plus parfait à la Madelaine, mais la différence n'est pas assez grande pour établir une distinction chronologique.

Les trois stations de ce groupe, remarquable par le nombre et la variété des produits de l'art et de l'industrie, ont fourni la plupart des notions qui vont nous permettre d'étudier maintenant la vie et les mœurs des Troglodytes de la Vézère.

III

LA SOCIÉTÉ DES TROGLODYTES.

Les cavernes des Troglodytes étaient situées à peu de distance de la Vézère, sans orientation particulière, si ce n'est qu'elles n'étaient jamais ouvertes vers le nord.

Ils y vivaient toute l'année. On en trouve la preuve dans les restes de leurs repas, car ils mangeaient des faons de renne de tout âge. L'étude des dents de ces jeunes animaux, de leurs os, de leurs bois en voie de croissance, permet de déterminer le nombre des mois de leur vie, et de savoir par conséquent dans quelle saison de l'année ils ont été tués. On a pu constater ainsi que nos Troglodytes avaient une résidence fixe, qu'en d'autres termes ils n'étaient pas nomades.

Lorsqu'ils partaient pour la pêche ou pour la chasse, ils fermaient l'ouverture de leurs cavernes, pour en interdire l'accès aux animaux carnassiers. Un seul os, trouvé à la Madelaine, porte la trace des dents d'une hyène. Une fois, par hasard, cet animal avait pu franchir la clôture. L'hyène était rare à cette époque; mais les loups, les renards étaient nombreux, et s'ils ne venaient pas ronger les os épars de tous côtés sur le sol de la caverne, c'est parce que celle-ci était soigneusement fermée.

De quelle nature était cette clôture? En d'autres lieux, on a trouvé des cavernes sépulcrales dont l'ouverture était bouchée par une dalle de pierre. C'était bon pour des morts, mais les vivants ont besoin d'une porte plus mobile. Il n'y a d'ailleurs, aux abords de ces cavernes, aucun vestige d'une clôture en pierre; c'était donc sans doute avec des palissades que les Troglodytes fermaient leurs demeures.

Ils vivaient de chasse et de pêche. Ajoutaient-ils à leur régime quelque nourriture végétale ? Il n'en existe aucune preuve.

On a trouvé, il est vrai, dans les trois stations de la dernière époque, un certain nombre de pierres, en granite, en grès ou en quartzite, arrondies et presque polies par le frottement, présentant sur une de leurs faces une dépression bien régulière, en forme de cupule, et ressemblant à de petits mortiers. On s'est demandé si cette cupule n'était pas destinée à recevoir l'extrémité d'un morceau de bois sec, qu'on aurait fait tourner rapidement avec les mains pour allumer le feu, suivant le célèbre procédé des Aryas, procédé encore usité chez les sauvages; mais elle est trop peu profonde, eu égard à sa largeur, pour avoir servi à cet usage. Ces pierres creusées étaient donc des mortiers, et certaines pierres arrondies, de la dimension des cupules, semblent avoir servi de pilons. De là est venue la supposition que les Troglodytes broyaient des grains pour les manger : mais tout concourt à prouver qu'ils ne connaissaient pas l'agriculture. Il est bien plus probable qu'ils se servaient de leurs mortiers pour délayer des poisons ou des couleurs.

Leur principale occupation et leur ressource principale, c'était la chasse. Les débris d'ossements accumulés dans le sol de leurs cavernes prouvent qu'ils chassaient des animaux de toute taille, depuis l'oiseau léger jusqu'au mammouth. Ce vieux géant des premiers temps quaternaires survivait encore, mais il était devenu bien rare. Longtemps on a cru qu'il s'était éteint vers le milieu de l'époque quaternaire, et, lorsqu'on apprit que plusieurs dents de cet animal et diverses pièces d'ivoire travaillé avaient été trouvées dans les plus récentes stations troglodytiques de la Vézère, quelques personnes supposèrent que ces débris pouvaient provenir d'une époque antérieure, que l'homme avait pu, longtemps après l'extinction du mammouth, recueillir et exploiter l'ivoire fossile, comme le font encore aujourd'hui les peuplades de la Sibérie. Dans cette région polaire, le soleil de l'été ne dégèle que la couche superficielle du sol. Les couches plus profondes n'ont pas dégelé depuis un nombre infini de siècles, et des corps entiers de mammouths s'y sont conservés si parfaitement que leur chair est encore bonne à manger (ou plutôt mauvaise à manger, car un de mes amis qui en a goûté l'a trouvée bien coriace). Il est tout naturel dès lors que l'ivoire de Sibérie puisse être utilisé aujourd'hui dans l'industrie; mais l'ivoire fossile ordinaire n'est bon que pour les musées; les alternatives de température et d'humidité auxquelles il a été soumis l'ont altéré, fendillé et feuilleté à tel point qu'il ne peut être d'aucun usage.

Or, le climat de nos contrées, à l'âge du renne, quoique froid encore,

avait depuis longtemps cessé d'être glacial, et quand même les hommes de ce temps-là auraient fouillé le sol, — ce qu'ils ne faisaient pas, — l'ivoire fossile qu'ils y auraient trouvé aurait été impropre à la fabrication. Les mammouths dont ils ont travaillé l'ivoire étaient donc leurs contemporains. Nous en avons d'ailleurs une preuve décisive. Voici le moule

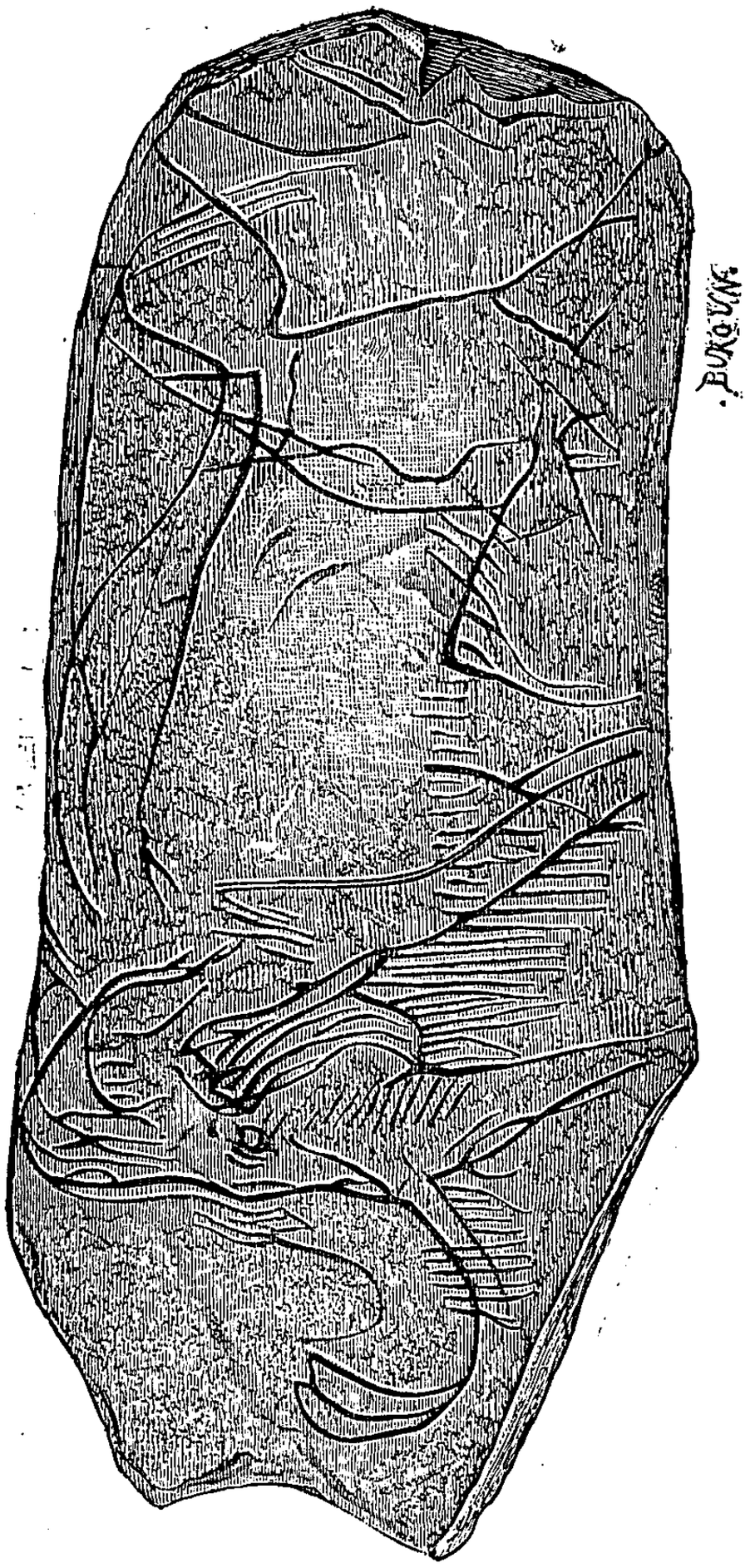


Fig. 40. — Le mammouth, figuré sur une plaque d'ivoire (dessin gravé de la Madelaine).

d'une plaque d'ivoire découverte en 1864 à la Madelaine, par MM. Ed. Lartet, de Verneuil et Falconer. Sur cette plaque, un dessin gravé au trait représente le mammouth, avec son crâne élevé, son front concave,

ses grandes défenses recourbées, son petit œil, sa longue trompe, sa queue retroussée, enfin, avec sa longue crinière, — tout à fait semblable, en un mot, aux mammouths en chair et en os qu'une gelée perpétuelle a conservés jusqu'à nos jours sur les bords de la Léna. (Voy. *fig. 40.*)

Les Troglodytes de l'âge du renne avaient rarement l'occasion de se mesurer avec le mammouth. Ils chassaient plus souvent l'aurochs, le cheval, le bœuf, et c'était sans doute pour combattre ces grands animaux qu'ils avaient encore quelques grosses lances, armées de silex peu différents de ceux du Moustier. Mais presque toutes leurs armes étaient légères, et les armatures en bois de renne y remplaçaient les pointes de silex usitées aux époques antérieures.

L'arc était devenu l'arme prédominante, car désormais rien ne résistait à l'homme; tout fuyait devant lui, et la chasse n'était plus un combat, mais une poursuite. Il y avait deux sortes de flèches : la petite flèche pointue, non barbelée, pour la petite bête et pour l'oiseau, et la grosse flèche à deux rangs de barbelures, qui servait principalement à chasser le renne. Des lances légères terminées en pointe aplatie, des dards à pointe conique, et des poignards longs et aigus qui donnaient au besoin le coup de grâce, complétait l'équipage de chasse.

J'allais oublier le sifflet de ralliement. C'était une phalange de renne, percée, près d'une de ses extrémités, d'un trou oblique qui ne la traversait pas d'outre en outre, et qui pénétrait seulement jusqu'au canal médullaire. En soufflant sur ce trou, comme sur une clé forée, on peut encore aujourd'hui en tirer des sons retentissants.

La pêche fournissait à nos Troglodytes de la dernière époque une autre ressource, inconnue à leurs devanciers. Leurs diverses stations renferment un grand nombre d'os de poissons; mais, chose digne de remarque, tous ces poissons sont des saumons. Or, les saumons aujourd'hui ne remontent plus dans la Vézère, ni dans la partie de la Dordogne où cette rivière va se jeter. A quelques lieues au-dessous du confluent, non loin de Lalinde, existe, dans le lit de la Dordogne, un banc de rochers qui, dans les hautes eaux, forme un rapide, et qui, dans les eaux basses produit une véritable chute appelée le *Saut de la Gratusse*. Les saumons ne franchissent pas cette limite, et, puisqu'elle ne les arrêtait pas à l'époque des Troglodydes, il faut en conclure que depuis lors le niveau de la Dordogne a baissé, soit qu'elle ait creusé son lit de manière à dénuder le banc des rochers, soit qu'elle ait perdu une partie de son volume d'eau.

Tout permet de croire que les pêcheurs de ce temps ne se servaient pas du filet, car le filet prend des poissons de toute espèce. Nous ne leur connaissons d'autres instruments de pêche que le harpon. Nous comprenons ainsi pourquoi ils ne pouvaient atteindre que les gros poissons, et pourquoi ils choisissaient, parmi ceux-ci, l'espèce dont ils préféraient la chair. Avaient-ils des barques pour pêcher? Il n'en existe jusqu'ici aucune preuve. La Vézère d'ailleurs est suffisamment encaissée pour

que les gros poissons puissent longer les berges à la portée du harpon.

Le harpon de nos Troglodytes était un petit dard en bois de renne, très semblable aux grandes flèches barbelées, à cela près qu'il ne portait de barbelures que sur un seul côté. Un petit renflement placé à la base permettait d'y fixer la corde, que le pêcheur retenait dans sa main. (Voy. plus haut, *fig. 38.*) On a souvent confondu, et quelques personnes confondent encore, ce harpon avec les flèches. Il est clair cependant qu'une flèche barbelée d'un seul côté rend le tir très défectueux; décrivant une longue courbe, elle est nécessairement déviée par la résistance de l'air qui la soutient. Mais, à la faible portée du harpon, cet inconvénient est beaucoup moindre, et le harpon d'ailleurs, toujours dirigé vers le bas, n'a pas besoin d'être soutenu par l'air. L'instrument barbelé d'un seul côté n'est donc pas une flèche, et ne peut dès lors être qu'un harpon. Les barbelures qu'il porte ne sont destinées qu'à ramener le poisson qu'il a frappé. Pourquoi ces barbelures sont-elles toutes placées du même côté? Est-ce pour diminuer la largeur du dard et le rendre plus pénétrant? C'est ce que je n'oserais affirmer (1).

Après la chasse et la pêche, on venait faire les repas dans la caverne. On y apportait en entier les corps des rennes et des animaux plus petits. Mais les grands animaux, tels que les chevaux et les bœufs, étaient trop



Fig. 41. — Harpon d'os des habitants de la Terre-de-Feu.

lourds pour être transportés; on les dépeçait sur place, on emportait avec soi les membres et la tête, et on laissait la carcasse sur le terrain. Voilà pourquoi on ne trouve dans les restes des repas presque aucun os du tronc des grands mammifères, tandis qu'on y trouve indistinctement les débris de tout le squelette du renne et des petits animaux.

Dans toute l'étendue du sol des cavernes, à tous les niveaux, la couche qui recèle les ossements brisés renferme une énorme quantité de parcelles de charbon. Ce mélange est si général, si uniforme, qu'il est difficile de croire que les Troglodytes fissent du feu seulement pour se chauffer. Ils devaient allumer leurs foyers tous les jours et en toute saison, et il est plus que probable dès lors qu'ils s'en servaient pour cuire leurs aliments.

Nous ne savons comment ils faisaient le feu, s'ils le tiraient du silex ou du bois échauffé par le frottement. Nous ne savons pas davantage comment ils faisaient la cuisine. Ils n'avaient pas de poteries et ne pouvaient faire bouillir leur viande sur le feu. Ils ne la faisaient pas rôtir non plus, car c'est à peine si l'on trouve ça et là quelques os calcinés, et calcinés évidemment par hasard. Peut-être la faisaient-ils bouillir dans

(1) Pour l'explication de cette dissymétrie, voir la communication de M. Lecoq de Boisbaudran, page 689.

Les habitants de la Terre-de-Feu se servent encore d'un harpon barbelé d'un seul côté. (Voy. *fig.* 41.)

des vases en bois, où l'on peut porter l'eau à l'ébullition en y éteignant des cailloux rougis au feu. Mais il me paraît plus probable qu'ils la cuisaient sous la cendre, comme le font encore aujourd'hui beaucoup de peuples sauvages.

Ils mangeaient avec délices la cervelle des animaux, et la moelle des os longs, car toutes les têtes sont cassées, et tous les os à moelle (à l'exclusion des autres, sont brisés méthodiquement. La moelle des os est un mets dont tous les sauvages sont friands. Ils cassent l'os long d'une certaine manière, et le chef suce la moelle le premier. Nos Troglodytes avaient de petites masses de silex à tranchant cunéiforme, sortes de hachettes destinées à briser les os. Voici en outre un autre instrument en bois de renne, qui servait probablement à retirer la moelle. (Voy. *fig. 42.*) Tous les archéologues ne sont pas d'accord sur la nature de cet instrument. L'une de ses extrémités étant sinon pointue, du moins à peu près conique, on s'est demandé si ce n'était pas un dard et si la cavité creusée sur l'autre extrémité n'était pas faite pour recevoir la hampe du dard. Mais, s'il en était ainsi, on n'aurait pas taillé cette dernière extrémité en bec de flûte très oblique, avant de la creuser; on aurait évité au contraire d'amincir et d'affaiblir la partie du dard qui sert à l'emmanchement et qui exige le plus de solidité. D'ailleurs l'ornementation élégante de toute la surface extérieure caractérise un objet de luxe. On n'aurait pas dépensé tant de temps à ciseler une arme de trait, qui peut se perdre dans le premier buisson. Je pense donc, avec Édouard Lartet et Christy, que cet instrument était une *cuiller à la moelle*, à l'usage des personnages de distinction.

Les Troglodytes, après le repas, laissaient les os épars sur le sol de la caverne. Dans un climat chaud, ces débris auraient exhalé une odeur insupportable, mais n'oublions pas que la température était alors plus basse qu'aujourd'hui et avouons toutefois que la propreté n'était pas la vertu dominante des hommes de ce temps-là.

Grâce à cette habitude peu délicate, le sol de leurs cavernes nous donne des renseignements complets sur leur alimentation. La chair du renne était leur nourriture principale; ils mangeaient, en outre, le cheval, l'aurochs, plusieurs espèces de bœufs, le chamois, le bouquetin, et mêmes quelques carnassiers; leurs prédécesseurs en avaient fait autant; mais, de plus qu'eux, ils avaient le produit de la pêche, et le perfectionnement de l'arc leur permettait d'atteindre le gibier aérien. On trouve dans les restes de leurs repas une grande variété d'oiseaux.

Parmi ces innombrables débris d'ossements, il n'existe pas un seul fragment d'os humain. Nos bons Troglodytes n'étaient donc pas anthropophages. Ils ne connaissaient pas cette joie suprême du sauvage : manger son ennemi vaincu. Je le constate avec satisfaction, quoique je ne sois pas de ceux qui attachent une grande importance à la question de l'anthropophagie. Aux yeux du philosophe, le crime n'est pas de manger l'homme, c'est de le tuer.

Sous ce dernier rapport, nous sommes probablement plus barbares qu'eux, car notre civilisation, qui devrait supprimer la guerre, n'a réussi jusqu'ici qu'à la rendre plus meurtrière. — Je n'ai pas l'illusion de croire qu'ils aient toujours vécu en paix. Ils devaient combattre quelquefois pour défendre ou pour agrandir leurs territoires de chasse. Pourtant, leur

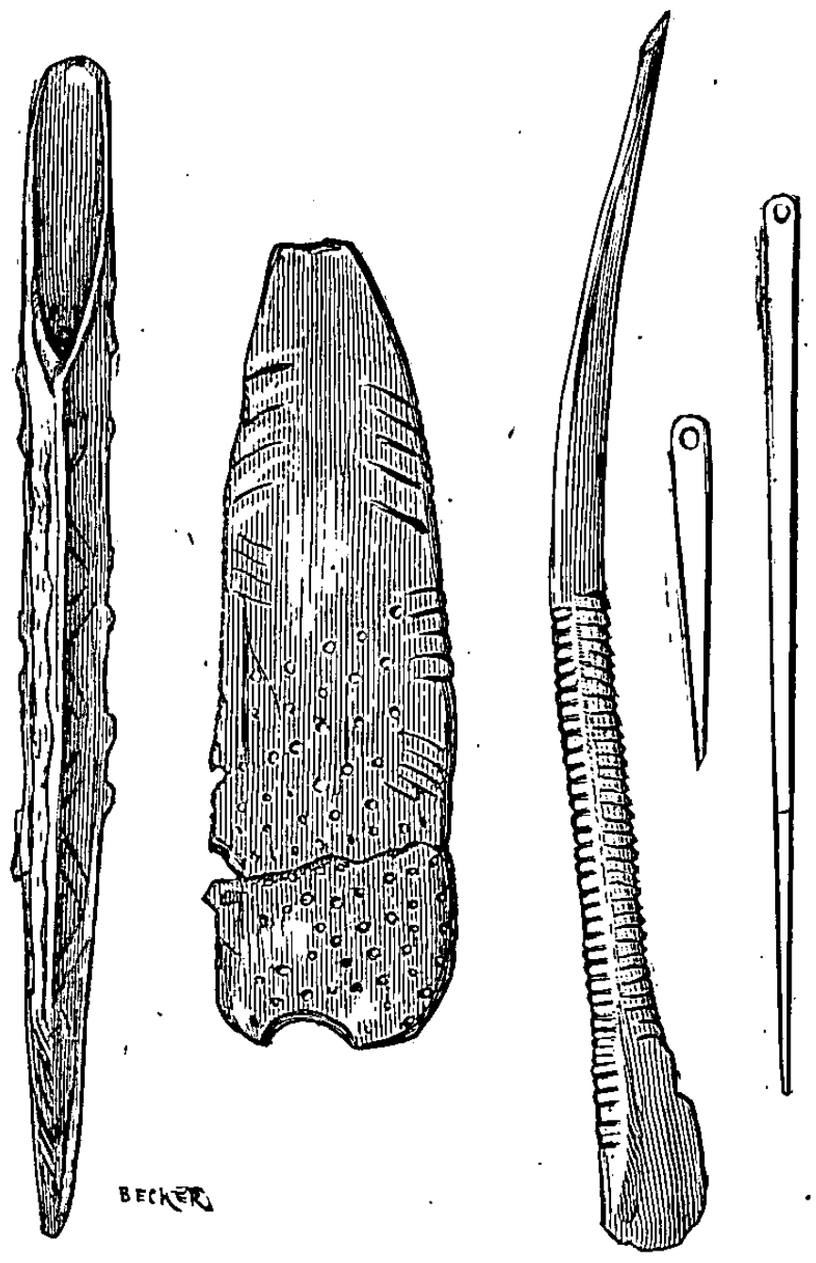


Fig. 42. Fig. 46. Fig. 45. Fig. 43 et 44.

Fig. 42. La cuiller à la moelle. — Fig. 43 et 44. Aiguilles. — Fig. 45. Marque de chasse. — Fig. 46. Registre de comptes..

équipement était celui des chasseurs bien plutôt que celui des guerriers. Lorsqu'on passe leur panoplie en revue, on reconnaît que les armes les plus dangereuses, celles qui pouvaient servir dans un combat corps à corps, sont les plus rares, et l'on reste convaincu que leurs mœurs étaient pacifiques.

On a pu croire qu'ils ne portaient pas de vêtements, parce que tous les hommes figurés par leurs artistes sont complètement nus. Mais cela ne prouve absolument rien. Ne savons-nous pas que les Grecs représentaient souvent leurs dieux ou leurs héros à l'état de nudité? On a trouvé dans les cavernes des Troglodytes tout l'atelier de la couture. Ils avaient des aiguilles en os et en bois de renne. Les unes n'étaient que des poinçons comparables à l'alène de nos cordonniers, d'autres étaient pourvues d'un

chas pour passer le fil. (Voy. *fig. 43* et *44.*) Il y en avait de très délicates. On a trouvé un étui en os d'oiseau, qui pouvait en contenir plusieurs. Lartet et Christy ont découvert le procédé de fabrication de ces aiguilles. Ils ont figuré un métacarpien de cheval sur lequel plusieurs incisions longitudinales et parallèles, faites avec une scie fine, ont isolé des colonnettes d'os longues, étroites et régulières. Le travail n'était pas achevé; mais il est évident que ces colonnettes effilées ne pouvaient servir qu'à fabriquer des aiguilles.

Les fils qui servaient à la couture étaient sans doute de diverse nature. Employait-on pour cela des fibres végétales, ou de fines lanières de cuir? C'est possible et même probable. Ce qui est à peu près certain, c'est que nos Troglodytes faisaient des fils ou au moins des liens avec la substance des tendons. Plusieurs peuples sauvages emploient encore pour la couture de minces lanières tendineuses. Le grand ligament postérieur des herbivores fournit aisément des fils ou des cordes d'une solidité remarquable. C'est ce *nerf de bœuf* avec lequel j'ai vu autrefois d'honnêtes pères de famille civiliser leurs enfants!

Je ne sais si les Troglodytes utilisaient ainsi le nerf du renne, mais ils détachaient avec soin les longs tendons des membres par un petit coup particulier, qui produisait à la surface de l'os une abrasion superficielle assez régulière. On a trouvé cette abrasion, toujours la même, sur divers os, mais les points où elle existe ont toujours cela de commun qu'ils donnent insertion à un long tendon. Elle est donc l'indice d'une opération méthodique, que l'on pratiquait sans doute avant de livrer au cuisinier le membre de l'animal, et qui était destinée, selon toutes probabilités, à préparer des fils pour la couture.

La couture prouve le vêtement, et non pas seulement ce vêtement primitif qui consiste en une peau de bête jetée sur les épaules, mais un vêtement plus complet formé par l'assemblage de plusieurs peaux. L'abondance des aiguilles et des poinçons, et celle des râcloirs à l'aide desquels on préparait les peaux, prouvent que l'usage des vêtements devait être général.

On portait en outre des ornements, qui peut-être servaient de marques de distinction. C'étaient des colliers ou des bracelets formés de coquillages perforés et enfilés. On a trouvé ces coquillages perforés dans la plupart des stations; il y en avait un très grand nombre dans l'antique sépulture de Cromagnon. Quelques plaques d'ivoire, préparées avec soin et percées de deux trous, semblent avoir servi à fixer le nœud du collier.

Ce n'était point là sans doute la seule manifestation de ce sentiment de gloriole qui porte l'homme à se parer.

La plupart des sauvages ont l'habitude de se peindre et de se tatouer; nous n'avons pas le droit de les en mépriser, car le tatouage est encore en honneur dans les classes populaires des pays les plus civilisés, et l'on prétend même que les dames du beau monde n'ont pas entièrement oublié l'art du maquillage. Il ne faudrait donc pas s'étonner de trouver de

pareilles modes chez les Troglodytes Leurs cavernes recèlent de nombreux fragments de l'espèce de pierre rouge que nous appelons la *sanguine;* les rayures qu'on observe souvent sur ces fragments prouvent qu'ils ont été râclés. On préparait donc une couleur rouge, dont on faisait un usage continuel, et qui servait probablement à orner le corps de peintures. La mode du tatouage existait probablement aussi. Parmi les dessins gravés au trait sur divers objets en bois de renne, plusieurs représentent la main et l'avant-bras d'un homme, et l'on voit, sur la partie inférieure de l'avant-bras, un dessin quadrillé assez régulier qui ne peut guère représenter autre chose qu'un tatouage.

J'ai déjà dit que nos Troglodytes n'étaient pas nomades. Quelques individus pouvaient sans doute entreprendre des voyages, mais la tribu elle-même ne s'éloignait jamais beaucoup de la caverne. C'était donc par voie d'échange ou de commerce qu'on se procurait certains objets de provenance plus ou moins éloignée. Les nombreuses coquilles perforées dont on faisait des colliers ou des bracelets étaient toutes étrangères à la localité. La plupart se rapportaient à l'espèce *Littorina littorea* et venaient du rivage de l'Atlantique, où cette espèce est encore abondante. Elles arrivaient à l'état frais, car elles avaient encore leurs couleurs, qui se sont conservées jusqu'à nos jours dans le sol des cavernes. D'autres coquilles, percées également d'un trou de suspension, appartiennent à cinq espèces éteintes qui ne se trouvent que dans les *faluns,* et qui datent de l'époque miocène. Elles sont entièrement décolorées; leur état moléculaire, et les traces de roulement qu'elles présentent quelquefois, prouvent qu'elles étaient depuis très longtemps fossiles, lorsque l'homme les a extraites de leurs gisements tertiaires pour s'en faire une parure. Or, les faluns qui recèlent ces cinq espèces ne se trouvent pas dans la région de Vézère. Les plus rapprochés sont ceux de la Touraine, et c'était de là, selon toutes probabilités, que nos Troglodytes faisaient venir cet article de toilette. Enfin, on a trouvé dans trois stations, et surtout à Laugerie-Haute, de petits objets en cristal de roche; cette substance ne pouvait venir que des Pyrénées, des Alpes ou des montagnes d'Auvergne. Les relations extérieures des Troglodytes s'étendaient donc assez loin.

Avaient-ils des croyances religieuses? On n'a trouvé dans leurs demeures aucun objet qui puisse se rapporter à la pratique d'un culte. Mais ils portaient des talismans ou des amulettes. C'était une dent, canine ou incisive, de loup, de renne, de bœuf ou de cheval. Un trou, pratiqué avec soin sur l'une des extrémités de la dent, servait à passer le cordon de suspension. Les peuples chasseurs portent encore de pareils talismans, qui ont la propriété de rendre la chasse heureuse. M. de Mortillet a vu dans l'Italie centrale une coutume qui n'est pas sans analogie avec celle-là. Pour écarter l'influence des mauvais esprits, on attache sur les langes du nouveau-né une canine de porc montée en argent, et plus tard, lorsque commence l'éruption des dents, ce corps dur, suspendu au cou de l'enfant, lui sert de hochet.

Les dents perforées que portaient les Troglodytes n'étaient sans doute

pas des hochets; c'étaient peut-être des amulettes protectrices, mais, plus probablement, des talismans de chasse. Dans l'un et l'autre cas, ils y attachaient une idée superstitieuse. Cela suffit-il pour dire qu'ils avaient une religion ? Je n'ai pas de compétence théologique, mais je me suis laissé dire qu'il est souvent difficile de savoir où finit la superstition et où commence la religion.

A la même époque, mais dans d'autres lieux, certains rites funéraires étaient en usage. On déposait les morts dans une caverne, dont l'ouverture étroite était fermée par une dalle de pierre. En avant de la dalle était une petite esplanade sur laquelle les parents affligés se consolaient dans un festin. Ce genre de consolation s'est perpétué d'âge en âge et n'a pas encore disparu de nos mœurs.

On ne connaît jusqu'ici qu'une seule sépulture des Troglodytes de la Vézère. C'est celle de Cromagnon. Elle est sous un abri et non dans une caverne; on a déposé auprès des corps des silex taillés et des ornements en coquillages, mais il n'y a aucune trace d'une clôture en pierre.

La société des Troglodytes était nombreuse, et organisée hiérarchiquement. Il y avait des dignitaires de plusieurs ordres. Les preuves de cette organisation ne se trouvent que dans les trois stations de la dernière époque : les Eyzies, Laugerie-Basse et la Madelaine. Ce sont de grandes pièces en bois de renne, travaillées avec art et généralement désignées sous le nom de *bâtons de commandement*. Ces bâtons sont nombreux. En voici plusieurs, et vous pouvez voir qu'ils ont un type uniforme. Toute leur surface est richement ornée de dessins variés représentant des figures d'animaux ou des scènes de chasse. Ils sont mois épais que larges, et le soin qu'on a pris d'en diminuer l'épaisseur prouve qu'on cherchait la légèreté et non pas la solidité. Enfin la plupart, mais non tous, sont percés, vers l'une de leurs extrémités, de grands trous ronds dont le nombre varie de un à quatre. (Voy. *fig. 47* et *48*.)

On a discuté et on discute encore sur la destination de ces objets remarquables. On s'est demandé si ce n'étaient pas des instruments ou des armes. Leur forme, il faut l'avouer, est assez semblable à celle du *pogamagan* que les Esquimaux des bords du fleuve Mackensie emploient comme casse-tête, et dont une extrémité, taillée en ciseau mousse, sert en outre à casser la glace. Mais le pogamagan est plus long, plus gros, et beaucoup plus solide que les bâtons de nos Troglodytes. On n'a garde de l'amincir, on lui laisse sa forme cylindrique; de la sorte, ayant la même résistance dans tous les sens, il peut servir à frapper des coups violents. Et le pogamagan, surtout, n'est pas percé de ces grands trous qui rendent les bâtons des Troglodytes trop fragiles pour servir à un usage mécanique quelconque. (Voy. *fig. 49*.)

Ces bâtons ne peuvent donc être que des insignes. Ils rappellent le sceptre que portaient, chez les anciens, non seulement les rois, mais les chefs d'un rang moins élevé. La dignité de maréchal est encore aujourd'hui caractérisée par un bâton.

Les bâtons de commandement sont trop nombreux pour qu'on puisse

les considérer comme le signe de la royauté. Ce sont seulement des signes de distinctions hiérarchiques. Les trous indiquent le grade, comme les galons de nos officiers. Le bâton sans trou marque le premier

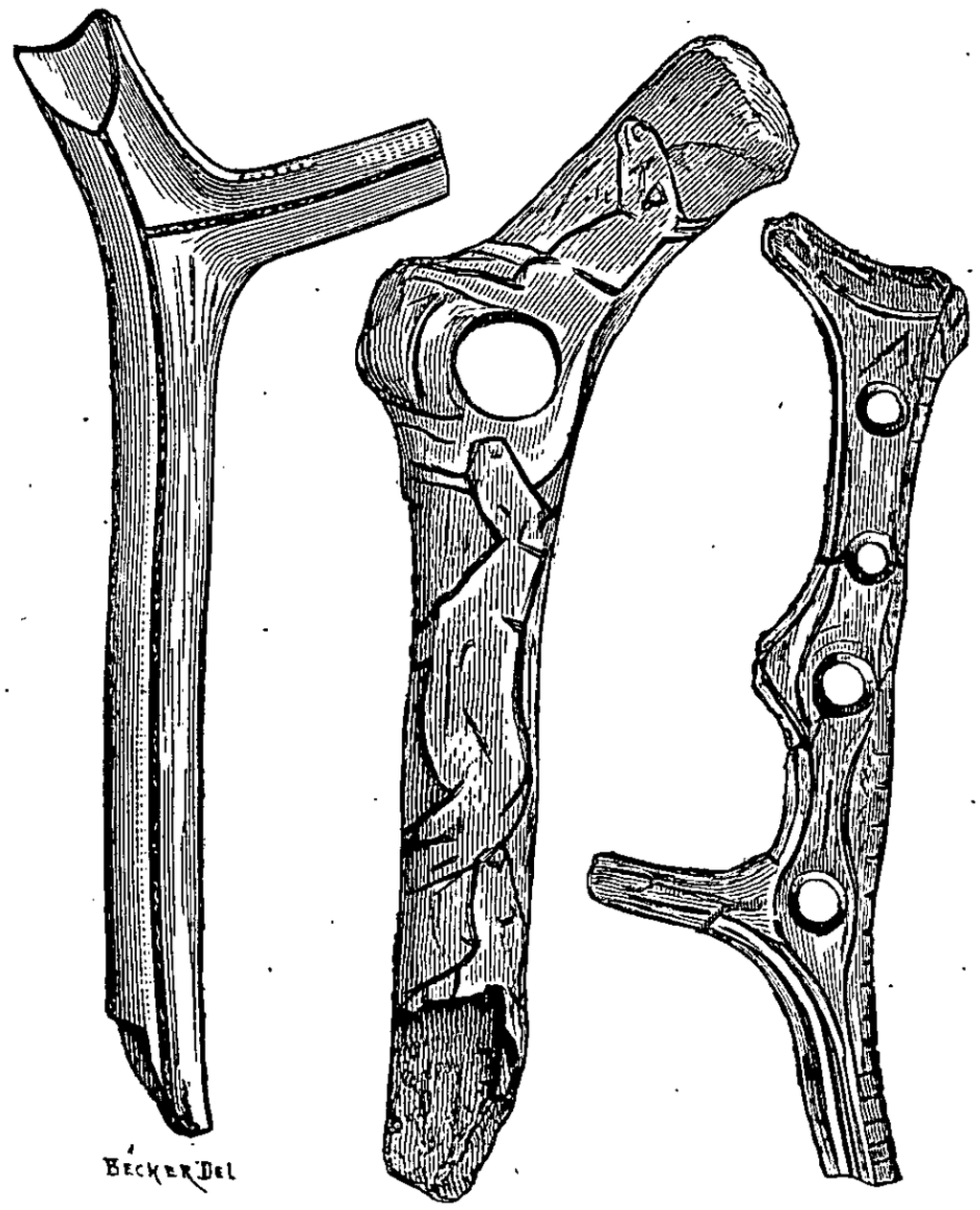


Fig. 49. Fig. 47. Fig. 48.

Fig. 47. Bâton de commandement à un seul trou (réduit au tiers). — Fig. 48. Bâton de commandement à quatre trous (réduit au tiers). — Fig. 49. Le pogamagan des Esquimaux (réduit au quart).

degré d'honneur ou de pouvoir. Les degrés suivants donnent droit à un trou, puis à deux et à trois trous; enfin, la série de quatre trous correspond au rang le plus élevé

L'ornementation et les dessins contournent en général les trous; montrant ainsi que le bâton a été fabriqué pour un personnage déjà revêtu de sa dignité. Mais quelquefois aussi le trou a été évidemment ajouté après coup. Il traverse les lignes et mutile les dessins. Voici, par exemple, un bâton sur lequel on avait d'abord représenté un cheval. Plus tard, on a percé un trou qui a coupé le cheval en deux. (Voy. *fig. 47.*) L'heureux possesseur de ce bâton avait obtenu de l'avancement.

Cette superposition des grades ou des rangs, signe certain d'une ociété nombreuse, pouvait sans doute être utilisée en temps de guerre, mais il est fort probable qu'elle se rapportait principalement à l'organisation des expéditions de chasse, car la chasse était l'élément essentiel de la prospérité publique et il fallait qu'elle fût régularisée pour subve-

nir à l'alimentation de tous. Sous ce climat, plus froid que le nôtre, la chair du gibier pouvait se conserver quelque temps, surtout pendant les mois d'hiver. Il y avait donc dans la caverne des provisions plus ou moins abondantes, et l'intervention d'un économe était nécessaire pour éviter à la fois le gaspillage et l'injuste répartition de ces provisions. Certaines baguettes en bois de renne, sur lesquelles on a entaillé un grand nombre de petites encoches transversales, disposées en séries régulières, semblent avoir servi de livres de comptes à l'économe. Ces objets, connus sous le nom de *marque de chasse* (voy. plus haut, *fig. 45*), sont très semblables aux *marques* dant les boulangers des petites villes et des campagnes se servent encore pour établir les comptes des individus si nombreux, hélas ! qui ne savent pas lire mieux que des Troglodytes.

Une plaque large et mince, en os ou en ivoire, dont les deux bords portent deux rangées d'encoches, et dont les deux faces sont couvertes de plusieurs séries de points formant des rangées transversales, semble être également un registre de comptes. (Voy. plus haut, *fig. 46.*)

Grâce à l'organisation et à l'administration dont nous venons de reconnaître les indices, la société des Troglodytes, quoique nombreuse, vivait dans l'aisance. La nourriture était assez abondante pour qu'on pût choisir les meilleurs morceaux, et rejeter les parties d'une qualité inférieure. Ainsi, on dédaignait les pieds des animaux, qui renferment pourtant, au milieu de leurs os et de leurs tendons, une quantité notable de matière alimentaire. On trouve souvent, dans le sol des cavernes, des pieds entiers de renne, dont tous les os sont encore en place, comme sur les squelettes de nos musées, et il est évident que ces pieds ont été jetés comme indignes d'être mangés. Ce fait prouve que les subsistances étaient supérieures aux besoins. La destruction des animaux dangereux avait donné la sécurité ; le perfectionnement de la chasse donnait maintenant l'abondance. Il n'était plus nécessaire que la tribu tout entière consacrât toute son activité, toute son intélligence et tout son temps aux nécessités les plus urgentes de la vie matérielle. On pouvait se reposer quelquefois. On pouvait se réserver des heures de loisir, et le loisir, fécondé par l'intelligence, engendre les arts.

IV

LES ARTS DES TROGLODYTES.

L'Égypte n'a plus la gloire d'avoir été la première initiatrice des arts. Ce fut avec un grand étonnement qu'on apprit, il y a quelques années, que longtemps, bien longtemps avant les artistes égyptiens, les hommes de l'âge du renne avaient cultivé le dessin, la ciselure et même la sculpture. On n'eut d'abord pour leurs œuvres que les yeux de l'admiration. Aujourd'hui, revenus de cette première impression, nous devons avouer qu'ils avaient, comme nous, beaucoup de mauvais artistes ; mais.

au milieu d'un grand nombre de dessins grossiers, comparables à ceux que nos gamins charbonnent sur les murs, il en est de vraiment remarquables, qui dénotent à la fois une main habile et un œil exercé à l'observation de la nature.

Le dessin a incontestablement, chez eux, précédé la sculpture. Les figures en relief sont partout beaucoup plus rares et beaucoup plus imparfaites que les figures au trait. Celles-ci sont assez communes aux Eyzies et à Laugerie-Basse, mais elles abondent surtout à la Madelaine, où elles sont en même temps beaucoup plus correctes.

Tous les dessins sont gravés au trait. La plupart ornent la surface de divers objets en bois de renne, tels que les bâtons de commandement ou les manches de poignards; mais quelques-uns aussi sont gravés sur des plaques de pierre, d'ivoire ou de bois de renne qui ne servaient à aucun autre usage, et qui étaient préparés uniquement pour recevoir le travail de l'artiste. (Voy. *fig. 40* et *fig. 50.*)

Presque tous ces dessins figurent des objets naturels. Quelques-uns cependant ne sont que de simples lignes d'ornementation, formant des zigzags, des festons, des sinuosités plus ou moins élégantes.

Trois petites rosaces, gravées sur un manche en bois de renne, semblent représenter une fleur polypétale. Toutes les autres figures sont des figures d'animaux.

Les plus nombreuses sont celles du renne; puis celles du cheval : le bœuf et l'aurochs sont moins nombreux. Ces divers animaux sont parfaitement reconnaissables; leurs allures, leurs mouvements sont quelquefois reproduits avec beaucoup d'exactitude et d'élégance; souvent ils sont isolés, dispersés sans aucun ordre et en grand nombre sur toute la surface d'un même instrument; d'autres fois ils forment des groupes; on les voit combattre entre eux (voy. *fig. 50*) ou fuir devant l'homme.

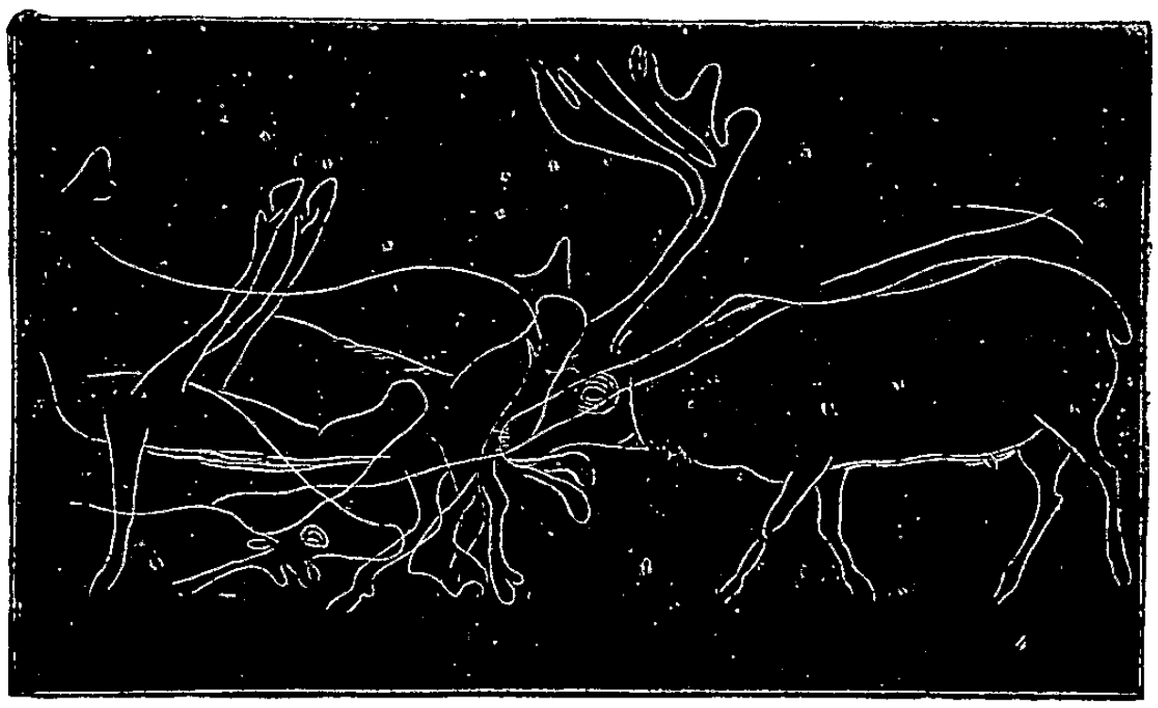


Fig. 50. — Combat de rennes.

De toutes ces gravures, la plus importante et aussi la plus rare, car elle est unique jusqu'ici, est celle qui représente le mammouth et dont j'ai déjà parlé. Elle a été trouvée à la Madelaine en 1864. L'exécution

de la tête est d'une exactitude remarquable. (Voy. plus haut, *fig. 40.*) Depuis lors, M. le marquis de Vibraye a découvert, à Laugerie-Basse, un fragment de bâton de commandement, sur lequel la tête du mammouth est reproduite par la sculpture. Ces deux pièces sont tout ce que les artistes de la Vézère nous ont transmis relativement au mammouth; mais elles suffisent amplement pour prouver que cet animal n'était pas encore complètement éteint.

Les figures de poisson sont assez communes. A l'exception d'une seule, qui représente une anguille ou une lamproie (si ce n'est un serpent), elles ont une forme qui, bien que peu caractéristique, peut se rapporter au saumon.

M. Élie Massénat a découvert à Laugerie-Basse, sur un fragment d'omoplate de bœuf, un dessin grossier qui représente une scène de pêche. C'est un homme qui lance le harpon sur un animal aquatique. Bien que celui-ci ait la forme d'un poisson, il est beaucoup plus gros que l'homme. On en a conclu que ce n'était pas un poisson, mais un cétacé, probablement une baleine, et que le dessinateur avait dû, par conséquent, voyager jusque sur les bords du golfe de Gascogne. Je me sens peu disposé à admettre cette interprétation. Il est permis de douter que les hommes de ce temps-là fussent assez bons navigateurs pour aller harponner la baleine sur l'Océan. On ajoute, il est vrai, que la queue et le dos de l'animal rappellent la forme d'un cétacé. Quand même cela serait exact, il y aurait encore lieu de se demander si ce cétacé n'est pas plutôt un marsouin qu'une baleine. Les marsouins s'engagent quelquefois étourdiment dans la Gironde. J'ai vu, dans mon enfance, le corps d'un de ces animaux que le flot avait porté jusque dans la Dordogne, et qui était venu échouer entre Libourne et Castillon. Les pêcheurs, qui l'avaient tué à coups de gaffes, le montraient de ville en ville. Si, comme il en existe quelque probabilité, la marée remontait plus haut autrefois qu'aujourd'hui, si surtout la Dordogne était plus large et plus profonde, on concevrait qu'un marsouin eût pu remonter jusqu'à la portée des harpons de nos Troglodytes, et que cet événement extraordinaire eût inspiré le burin d'un artiste, d'ailleurs fort malhabile.

Mais je suis tenté de croire que ce prétendu cétacé n'est qu'un poisson mal dessiné. La petitesse relative de l'homme qui l'attaque ne prouve rien, car le dessinateur a montré le plus profond mépris des proportions. Ce tout petit homme a un bras gigantesque, et le harpon qu'il lance est proportionné au volume du poisson. C'est ainsi qu'aujourd'hui les dessinateurs de charges placent quelquefois une énorme tête sur des jambes minuscules.

Le grand intérêt du dessin dont je viens de parler, c'est qu'il est venu prouver sans réplique que les Troglodytes pêchaient à l'aide du harpon. Je vous ai déjà montré que les dards barbelés d'un seul côté ne pouvaient servir que de harpons, mais ce n'était qu'une preuve indirecte. Le dessin découvert par M. Élie Massénat confirme pleinement cette conclusion.

Les Troglodytes, quelquefois si habiles à représenter les animaux, dessinaient mal la forme humaine; ils s'y exerçaient d'ailleurs rarement. On n'a trouvé qu'une seule tête d'étude; c'est un tout petit dessin figurant un profil grotesque. Deux autres dessins assez semblables entre eux représentent l'avant-bras terminé par une main à quatre doigts, le pouce étant caché. Ajoutez à cela le pêcheur au harpon, puis deux scènes de chasse, où un homme nu et armé d'un dard ou d'un bâton, montre sa forme grossièrement rendue au milieu d'animaux dessinés avec art, et vous aurez, je crois, la liste complète de ce qui concerne l'homme dans le musée des Troglodytes.

Je vous ai déjà dit que les sculptures sont beaucoup plus rares que les dessins. On n'en connaît qu'une demi-douzaine, et toutes proviennent de Laugerie-Basse. L'une d'elles, appartenant au marquis de Vibraye, représente une femme. Les autres représentent les animaux suivants : un renne (voy. *fig. 51*), une tête de renne, la tête de mammouth déjà

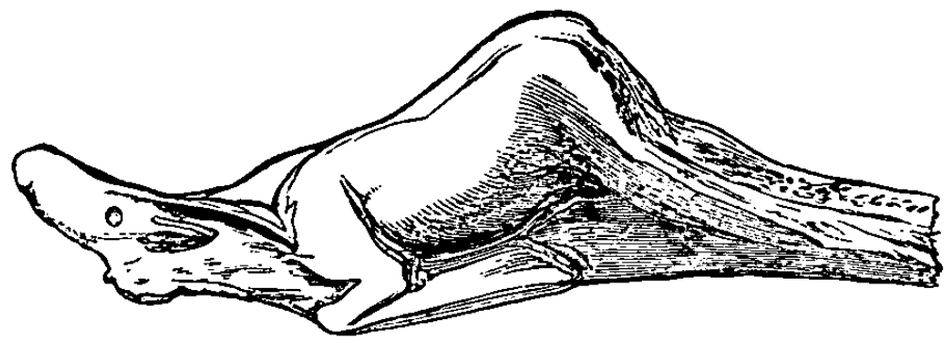


Fig. 51. — Manche de poignard sculpté, représentant un renne allongé.

signalée plus haut, et la tête d'un animal indéterminé; enfin, sur une dernière pièce, découverte par M. Élie Massénat, et appelée les *bœufs jumeaux*, on voit deux animanx qui sont peut-être des bœufs, peut-être des aurochs.

Ces sculptures sont quelquefois inachevées et toujours mal exécutées; elles étaient taillées, il est vrai, dans le manche des poignards ou des bâtons de commandement, et, pour donner à l'animal la forme d'une poignée, l'artiste était obligé d'imaginer des poses allongées et fantastiques. (Voy. *fig. 51.*) Malgré cette circonstance atténuante, on peut dire que les Troglodytes n'ont été que de très médiocres sculpteurs.

Ils ont mqntré, au contraire, dans l'art du dessin une habileté bien faite pour nous surprendre. Ils ont mal figuré l'homme; je ne sais quel motif les a empêchés de s'y appliquer; mais ils ont étudié avec soin les formes et les allures des animaux, et ils les ont quelquefois reproduites avec une exactitude, une élégance et un entrain qui dénotent un véritable sentiment artistique.

V

LA RACE.

Pour compléter l'étude de cette population intéressante, je voudrais maintenant pouvoir caractériser la race à laquelle elle appartenait. Les ossements humains que l'on a recueillis jusqu'ici ne sont malheureuse-

ment pas assez nombreux pour satisfaire entièrement notre curiosité. Ils suffisent, néanmoins, pour prouver que cette race était bien différente de celles qui lui ont succédé, et pour prouver surtout combien le savant anthropologiste Retzius et ses disciples s'étaient trompés, en prétendant que toutes les populations de l'Europe occidentale, avant l'époque, presque récente, des migrations indo-européennes, appartenaient au type des *têtes courtes* ou *brachycéphales*.

M. Élie Massénat a découvert, il y a quelques mois, à Laugerie-Basse, le squelette d'un homme qui paraît avoir été enseveli sous un éboulement. Mais la description anatomique de ce squelette précieux n'a pas encore été publiée, et je le regrette d'autant plus que c'est jusqu'ici le seul débris des Troglodytes de la dernière époque.

C'est à une date beaucoup plus ancienne que se rapportent les crânes et les ossements dont je vous présente les moules. Ils proviennent de l'antique sépulture de la station de Cromagnon, dont M. Louis Lartet, digne fils d'un illustre père, a déterminé avec la plus grande rigueur les caractères géologiques, paléontologiques et archéologiques.

Cette sépulture, désormais célèbre, renfermait les restes de cinq individus au moins. Mais trois crânes seulement, deux masculins, un féminin, étaient assez bien conservés pour se prêter à l'étude. L'un des hommes était parvenu à une vieillesse avancée; l'autre homme était adulte ainsi que la femme; auprès d'eux était un jeune enfant.

Leur stature était très élevée, et bien supérieure à la nôtre. La longueur du fémur du vieillard indique une taille de plus de $1^{m}80$. Le volume des os, l'étendue et la rudesse des surfaces d'insertion musculaire, le développement extraordinaire de la branche de la mâchoire, où s'insèrent les muscles masticateurs, annoncent une constitution athlétique.

Les tibias, au lieu d'être triangulaires et prismatiques comme les nôtres, sont aplatis comme ceux du gorille. (Voy. *fig.* 52.) La partie supérieure du cubitus, très volumineuse et arquée, supporte une cavité sigmoïde très petite, et ces caractères rappellent encore la forme du cubitus du gorille. Mais la conformation du fémur diffère radicalement de celle que l'on observe chez les singes. Le corps du fémur des singes anthropomorphes est aplati d'avant en arrière, c'est-à-dire beaucoup plus large qu'épais, et ne présente pas, sur sa face postérieure, cette crête longitudinale qui, chez l'homme, porte le nom de *ligne âpre*. Dans les races humaines actuelles, l'épaisseur du corps du fémur est, en général, un peu supérieure à sa largeur, mais la différence est peu considérable. A Cromagnon enfin, ce corps est beaucoup plus épais que large. (Voy. *fig.* 53.) La ligne âpre, énormément développée, n'est plus une simple crête; c'est une véritable colonne osseuse, épaisse et saillante, qui augmente considérablement la solidité de l'os et l'étendue des insertions musculaires. Sous ce rapport, par conséquent, la race de Cromagnon diffère beaucoup plus du type simien que les races actuelles.

Le squelette de ces robustes Troglodytes porte les traces de leurs

mœurs violentes. L'un des fémurs du vieillard présente, vers son extrémité inférieure, un enfoncement comparable à celui que produisent quelquefois nos balles mortes. C'est évidemment le résultat d'une ancienne blessure, qui a pu être reçue à la chasse, aussi bien qu'à la guerre; mais c'est une main humaine, armée d'un instrument de silex,

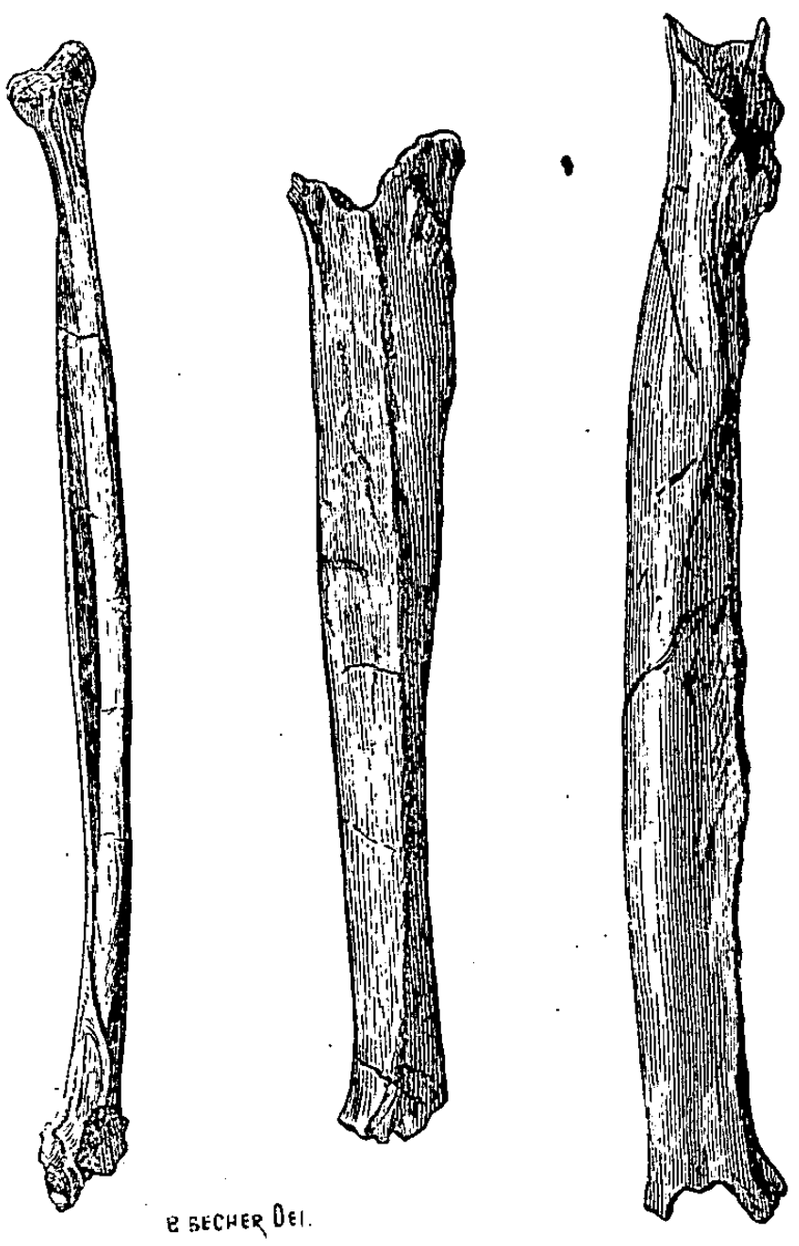


Fig. 54. Fig. 52. Fig. 53.

Fig. 52. Tibia aplati du vieillard de Cromagnon. — Fig. 53. Fémur du même vu de profil. — Fig. 54. Péroné du même.

qui a produit sur le crâne de la femme une longue plaie pénétrante. La largeur de l'ouverture indique que l'instrument a dû blesser le cerveau; la femme, néanmoins, n'est pas morte sur le coup; la vascularisation des os, à la face interne du crâne, prouve qu'elle a survécu une quinzaine de jours. (Voy. *fig.* *55* et *56*.)

Ce meurtre inglorieux d'une femme ne fait guère honneur aux gens de Cromagnon. L'étude de leur industrie nous a déjà prouvé que leur état social n'était pas au-dessus de celui des peuples sauvages. L'examen de leurs crânes confirme cette notion. Chez eux, les sutures de la région crânienne antérieure sont très simples, tandis que celles de la région postérieure sont assez compliquées; en outre, les premières ont une tendance manifeste à se souder longtemps avant les dernières

Ces deux caractères s'observent chez les peuples et chez les individus qui vivent surtout de la vie matérielle. Les Troglodytes de Cromagnon étaient donc sauvages. Mais ces sauvages étaient intelligents et perfectibles; à côté des caractères d'infériorité que je viens de signaler, nous

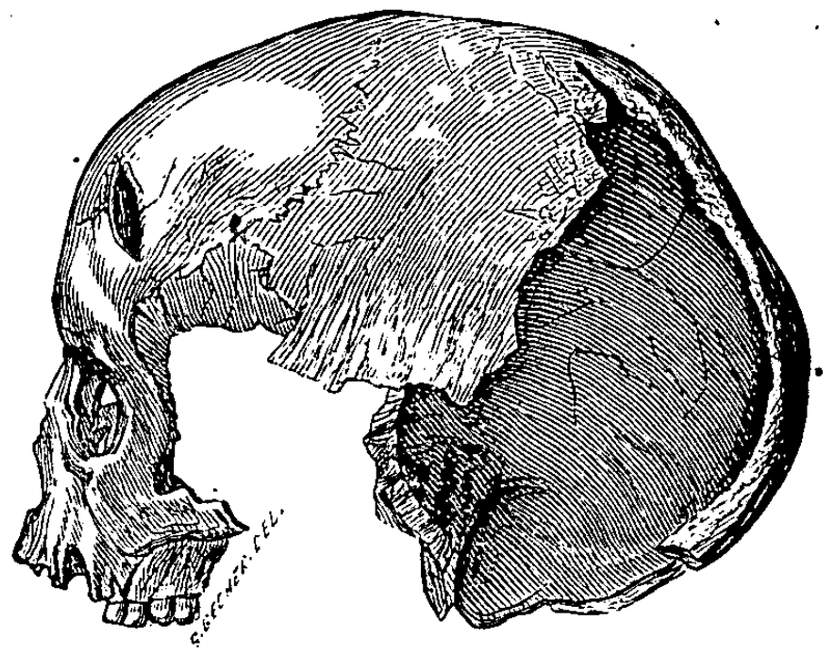


Fig. 55. — Crâne de la femme de Cromagnon vu de profil. On aperçoit la plaie de l'os frontal.

trouvons chez eux les signes certains d'une puissante organisation cérébrale. Les crânes sont grands. Leurs diamètres, leurs courbes, leur capacité, atteignent et dépassent même nos moyennes actuelles. Leur forme

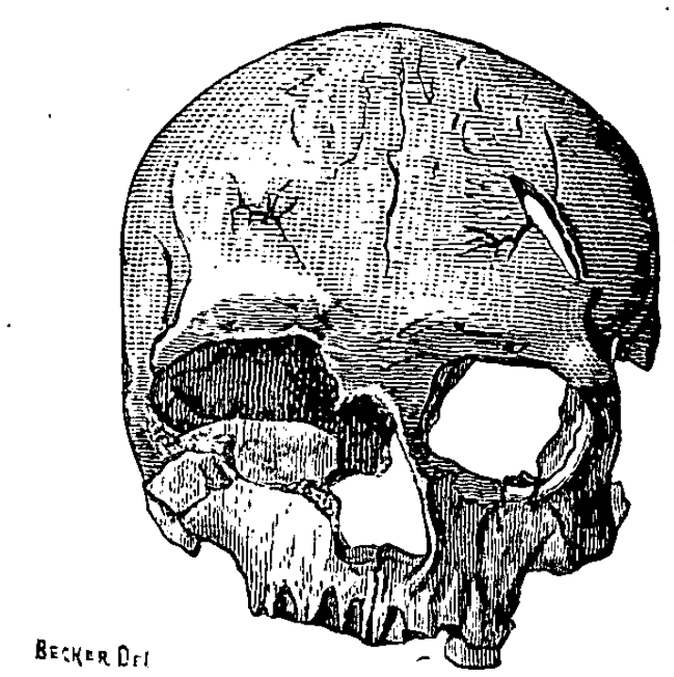


Fig. 56. — Crâne de la femme de Cromagnon vu de face.

est très allongée, ce qu'on exprime en disant qu'ils sont *dolichocéphales* (le mot dolichocéphale signifie *tête longue*), mais cette dolichocéphalie n'est pas due, comme celle des Nègres et des Australiens, au peu de largeur du crâne; les dimensions transversales sont au contraire très développées; c'est l'augmentation du diamètre antéro-postérieur qui a produit la forme allongée du crâne. L'arcade alvéolaire du vieillard est oblique, mais la partie supérieure de la face est verticale, et l'angle facial est très ouvert. Le front est large, il n'est nullement fuyant, et décrit une belle courbe; l'ampleur de la loge frontale dénote un grand développe-

ment des lobes cérébraux antérieurs, qui sont le siége des plus nobles facultés de l'intelligence.

Si les Troglodytes de Cromagnon sont encore sauvages, c'est parce

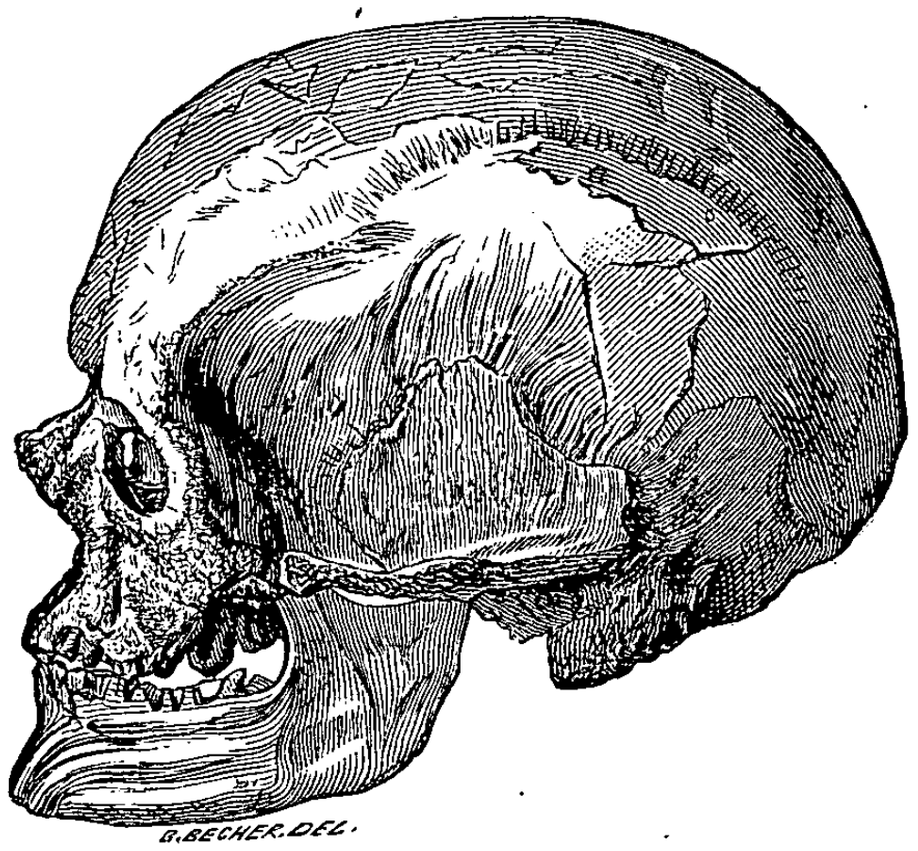


Fig. 57. — Crâne du vieillard de Cromagnon vu de profil.

que les conditions qui les entourent ne leur ont pas permis de prendre leur essor; mais ils ne sont pas voués à une sauvagerie éternelle. Le développement et la conformation de leur cerveau témoignent de la per-

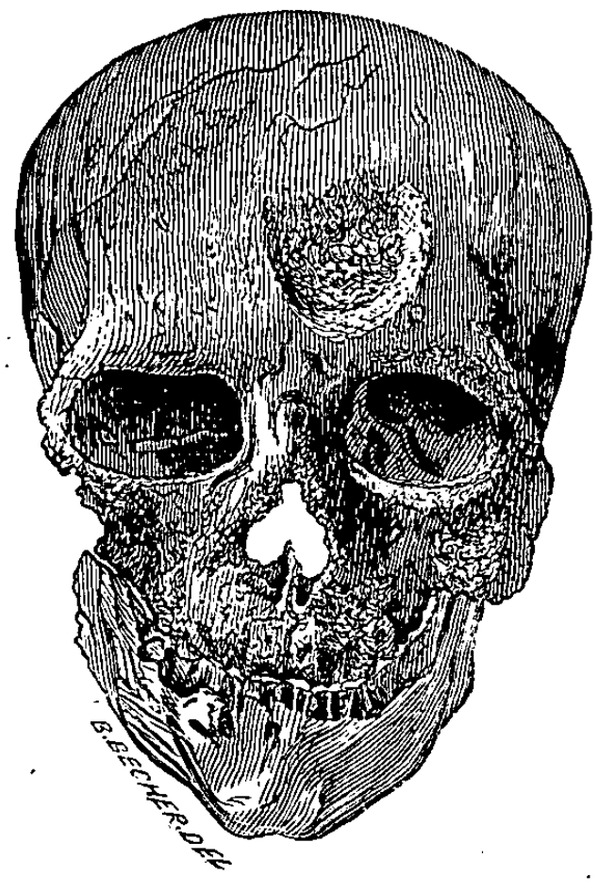


Fig. 58. — Crâne du vieillard de Cromagnon vu de face.

fectibilité de leur race. Vienne l'occasion propice, et ils seront capables de concevoir et d'enfanter le progrès. Ces rudes chasseurs du mammouth,

du lion et de l'ours sont bien tels que devaient être les ancêtres des artistes de la Madelaine.

Je viens de résumer les principaux faits de l'histoire des Troglodytes de la Vézère. J'ai dû, faute de temps, en écourter plusieurs et en omettre un grand nombre. J'espère néanmoins que vous avez pu suivre avec

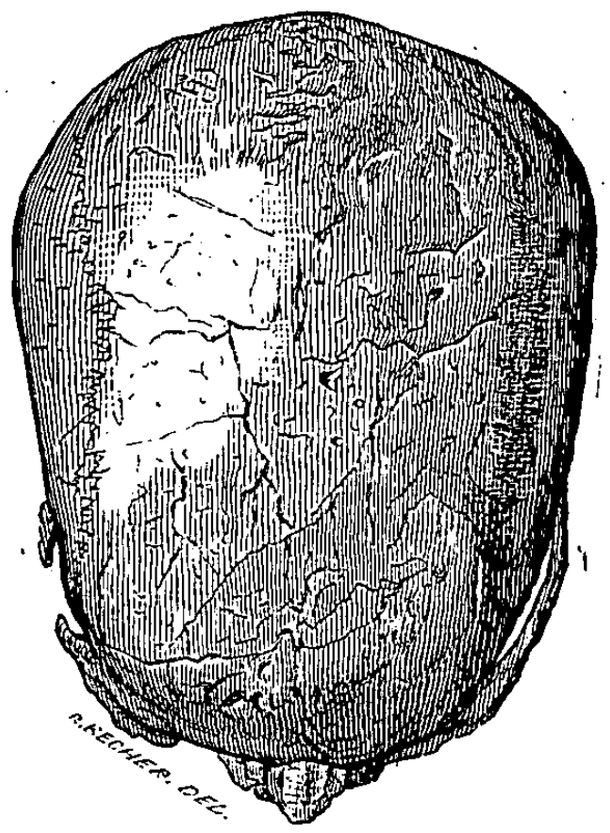


Fig. 59. — Crâne du vieillard de Cromagnon ; *norma verticalis*.

moi, du Moustier à Cromagnon, de Cromagnon à Laugerie-Haute et à la Gorge-d'Enfer, et de là enfin aux trois stations des Eyzies, de Laugerie-Basse et de la Madelaine, l'évolution progressive d'une race intelligente, qui s'est avancée peu à peu, de l'état le plus sauvage, jusque sur le seuil de la civilisation. Les Troglodytes de la dernière époque n'avaient plus, pour ainsi dire, qu'un pas à faire pour fonder une civilisation véritable, car leur société était déjà organisée, et ils possédaient l'industrie et les arts, qui sont les deux grands leviers du progrès.

Cette société a disparu pourtant, sans laisser aucune trace dans les traditions des hommes. Elle ne s'est pas effacée peu à peu, après avoir traversé une période de décadence. Non, elle a péri sans transition, rapidement, peut-être subitement, et avec elle le flambeau des arts s'est éteint tout à coup. Alors commence une période ténébreuse, une sorte de moyen âge dont la durée est inconnue. La chaîne des temps est brisée, et lorsque nous pouvons la ressaisir, nous trouvons, à la place des chasseurs de renne, une société nouvelle, une industrie nouvelle, une race nouvelle. On commence à connaître l'agriculture, on a quelques animaux domestiques, on élève des monuments mégalithiques, on possède la hache de silex poli. C'est l'aurore d'un jour nouveau, mais on a perdu jusqu'au souvenir des arts. La sculpture, le dessin, l'ornementation elle-même, ont disparu, et il faut descendre jusqu'aux derniers temps de la pierre polie pour trouver çà et là, sur les dalles de quelques rarissimes

monuments, des lignes d'ornementation qui n'ont absolument rien de commun avec les produits remarquables de l'art des Troglodytes.

L'extinction de la société des Troglodytes a été si complète et si brusque qu'elle a fait naître l'idée d'un cataclysme; mais la géologie proteste aussitôt, et il n'est pas nécessaire, pour expliquer ce phénomène, de faire intervenir d'autre influence que celle de l'homme lui-même. Nos paisibles chasseurs de renne, avec leurs mœurs adoucies, avec leurs armes légères, qui n'étaient plus faites pour le combat, n'étaient pas en état de résister à l'invasion des barbares, et leur civilisation naissante succomba au premier choc, lorsque de grossiers conquérants, mieux armés pour la guerre, et déjà pourvus peut-être de la hache polie, vinrent envahir leurs vallées. On vit alors, comme on l'a vu depuis, que la force prime le droit.

M. Francis GARNIER,

Lieutenant de vaisseau.

Sur l'exploration du Cambodge.

(Conférence du 6 Septembre 1872.)

M. Francis Garnier, membre de la Société de géographie, a commencé par démontrer l'insuffisance des connaissances géographiques parmi les Français; il a fait justice des préjugés répandus contre nos aptitudes colonisatrices et commerciales, en rappelant qu'avant 89 la France avait de grandes colonies et développait son commerce sur une très vaste échelle. Elle avait des traditions, et sa décadence n'a été causée que par sa rupture violente avec le passé.

Les guerres et le blocus continental du premier Empire sont venus détruire ces traditions et achever la ruine du commerce et des colonies françaises.

D'autre part, la centralisation excessive a perpétué cette situation.

Cependant, la France ne doit abdiquer nulle part. Des populations industrieuses peuplent la Chine, le Japon, etc. Le commerce de la Chine avec l'Europe a pris de grands développements depuis la guerre de l'opium. Il se fait chaque année pour des milliards d'échanges de matières premières entre les Anglais et les Chinois : la soie et le thé sont les principaux articles de ce commerce. Or, les Anglais ont réussi à centraliser les soies à Londres, de telle sorte que, depuis plusieurs années, nos négociants de Lyon vont s'approvisionner sur le marché anglais.

Et pourtant nous avons une magnifique colonie aux portes de la Chine, celle de Cochinchine : nous possédons le riche delta du Cambodge, fleuve qui descend des provinces chinoises de l'intérieur. C'est vers

Saïgon, chef-lieu de notre colonie, qu'on voulut attirer une partie du commerce chinois. Dans ce but, l'honorable M. de Chasseloup-Laubat, alors ministre de la marine, a envoyé une expédition pour explorer le cours du Cambodge depuis Saïgon. Elle était commandée par le regretté capitaine de frégate M. Oudart de Lagrée, accompagné de MM. Francis Garnier et Delaporte, lieutenants de vaisseau. M. de Lagrée mourut dès le début du voyage. L'expédition fut obligée de s'arrêter auprès des ruines d'Ancor, vaste et antique ville indoue ensevelie sous les forêts de la frontière siamoise. Là, des cataractes infranchissables forcèrent l'expédition à mettre pied à terre. Après la mort de M. Lagrée, M. Garnier prit le commandement.

Malgré la réunion de toutes les difficultés ainsi que de toutes les mauvaises volontés, ces deux intrépides officiers, rapportant avec eux le corps de leur commandant, arrivèrent aux frontières chinoises du Yun-nan. C'était la première fois qu'une expédition européenne atteignait la Chine par la voie de l'Inde : la France en avait tout l'honneur. Une expédition anglaise, commandée par sir Ramon, remontant l'Iraouady, avait été obligée de s'arrêter à soixante lieues de la frontière chinoise.

Ils traversèrent le Yun-nan, occupé par les mahométans révoltés contre l'empereur de Chine; et entrèrent à Tali, capitale de cette province. Enfin, après des obstacles inouïs, ils descendirent le cours du fleuve Jaune et entrèrent à Shang-Haï, grand port chinois, centre commercial le plus important du Céleste-Empire.

Le Cambodge n'est donc pas navigable; mais le projet d'opérer une dérivation du commerce des provinces centrales de la Chine sur Saïgon n'est pas abandonné.

Au-dessus de la Cochinchine s'étend l'empire d'Annam, longtemps tributaire de la Chine. Des traités importants lient à la France cet État, dont le souverain réside à Hué. Or, un fleuve important, qui descend des provinces chinoises, le traverse et vient se jeter dans le golfe du Tong-King, en face de l'île d'Haï-Nau. Il est très probable que le lit de ce fleuve est peu incliné, les pentes douces de sa vallée semblent l'indiquer. S'il en est ainsi, il pourrait donc être remonté par les bateaux à vapeur.

C'est afin de s'assurer de l'état de son cours qu'une nouvelle expédition va être tentée dans cette direction. M. Delaporte, lieutenant de vaisseau, part pour explorer le fleuve du Tong-King jusqu'en Chine, pendant que M. Francis Garnier se dirigera vers le fleuve Jaune, qu'il remontera jusqu'au point où il doit rencontrer son intrépide et savant collègue.

Si cette expédition réussit, elle aura pour résultat d'arrêter la centralisation du commerce des soies et des denrées chinoises à Shang-Haï, d'attirer celui des provinces centrales de la Chine à Saïgon, et d'émanciper l'industrie française du tribut onéreux qu'elle paie chaque année à l'Angleterre.

L'opinion publique éclairée dirigera le Gouvernement dans cette voie, où la persévérance sera récompensée par des résultats considérables.

Abbé DURAND.

Coup d'œil sur l'ensemble des voies navigables de l'Amérique du Sud et du bassin de l'Amazone en particulier.

(Conférence du 6 Septembre 1872.)

Lorsque vous jetez attentivement les yeux sur la carte de l'Amérique du Sud, vous êtes frappé d'admiration en voyant cet unique réseau de fleuves et de rivières qui unit toutes ses parties entre elles et avec l'Océan Atlantique. Alors vous restez sous l'empire d'une méditation à laquelle vous ne pouvez échapper. D'un côté, vous voyez des provinces presque désertes, des territoires qui contiennent des mines d'or abondantes, dont les échantillons sont charriés par les eaux des innombrables cours d'eau qui sillonnent les riches provinces brésiliennes, des dépôts de diamants et d'autres pierres précieuses, des minerais de fer inépuisables, des forêts immenses aux arbres gigantesques d'essences variées, utiles à l'industrie, recouvrant de leur végétation luxuriante un sol d'une fécondité remarquable. De l'autre, ces grands fleuves, aux bras infinis, atteignant les endroits les plus inaccessibles et fécondant toutes les solitudes. Or, il n'y a rien d'inutile en ce monde. Dieu infiniment sapient a créé tous les êtres pour une fin spéciale et bonne. Dans l'ordre admirable de sa création, il a dû vouloir nécessairement que chaque chose fût à sa place pour raconter ses grandeurs et ses bontés, et en même temps être utile à l'homme, le roi de sa création. Nous devons donc en conclure que les provinces riches et fécondes, mais presque solitaires de l'Amérique du Sud, sont appelées à devenir à leur tour des États florissants que le trop plein de la population de l'Europe ira féconder.

En effet, si nous regardons vers le sud du Brésil, nous voyons le Paraguay, servant de limite et de route au Brésil et à la Bolivie, arrosant l'État auquel il donne son nom, la république argentine, et se jetant dans l'Océan Atlantique sous le nom de Rio de la Plata, après avoir reçu d'innombrables affluents, tels que l'Uruguay et le Parana, qui serpentent à travers les provinces méridionales du Brésil, le rio Vermelho, le rio Salado au sud, et Pilcolmayo à l'ouest, promenant leurs longues circonvolutions à travers la Patagonie, le Grand-Chaco et la Bolivie.

Dans les provinces orientales du Brésil, nous rencontrons les bassins de fleuves puissants et navigables, tels que l'immense et admirable San-Francisco, aux cataractes rivales de celles du Niagara; le rio Doce, le Jequitinhonha ou rio Grande de Belmonte, voies navigables qui arrosent

les provinces orientales du cet empire. Mais passons légèrement sur ces bassins importants et secondaires des Mines générales, *Minas geraes*, province montagneuse la plus riche du Brésil.

Si nous jetons les yeux vers le Nord, nous sommes frappés d'admiration en présence de l'immense fleuve des Amazones, dont le bassin s'étend sur une superficie de 260,000 lieues carrées, à travers lesquelles serpentent plus de 400 affluents. Sortant du lac Lauricocha dans les Cordillières boliviennes, il arrose successivement la Bolivie, le Pérou, la république de l'Équateur, où il est appelé Maranon, et fait son entrée dans le Brésil en descendant un rapide enroché considérable, le Pongo del Manseriche, à Tabatinga. De ce point à Manaos, les Brésiliens l'appellent rio dos Solimoes, et de là jusqu'à la mer, rio dos Amazonas. Sa longueur totale est de 7,000 kilomètres; il en mesure 5 à 6 de largeur, mais il atteint quelquefois quatre et cinq lieues; sa profondeur moyenne est estimée de 75 à 95 mètres. Ses affluents appartiennent à deux catégories d'eaux, les eaux noires et les eaux blanches: rios de Aguas pretas et rios de Aguas brancas. La couleur des premières est attribuée à la résine qu'elles contiennent en suspension; cette résine proviendrait des nombreux conifères arrachés à leurs rivages et qu'elles charrient constamment.

Pour juger de l'ensemble du bassin de l'Amazone, il faut connaître les trois systèmes de montagnes qui donnent naissance à ses affluents. En effet, nous voyons au nord les serras guyanaises de Tumucumaque et celles de Paracaima, séparant le Venezuela de la Guyane brésilienne; à l'ouest, les Grandes-Cordillières, et au sud les monts Parecis.

Ces trois systèmes de chaîne forment comme un immense amphithéâtre, dont les crêtes des Cordillières seraient le couronnement. Au nord, les affluents de l'Amazone qui descendent des serras guyanaises, ne sont point navigables; ce sont des rapides perpétuels, tels que le Paru, le Carapanatuba et le Nhamunda, ou rio das Trombetas, rivière des Trompettes, ainsi nommée de la quantité de gros coquillages ou conques marines qui se trouvent sur ses bords.

Leurs rives sont ombragées par des forêts de variétés considérables de seringas ou arbres à caoutchouc. La principale de ces rivières est le rio Branco, qui naît dans la serra Paracaima, limite du Brésil et du Venezuela. Elle vient se jeter dans le rio Negro par 2° 50′ de latitude sud et 26° de longitude ouest de Rio, après un parcours de 150 lieues, dont 100 navigables. Elle reçoit 16 tributaires. Le plus important est le Tacutu ou Maho : il relie le Branco au lac *Amacu*, qui communique avec le Rupimury, affluent de l'Essequibo, fleuve de la Guyane anglaise.

D'un autre côté, le rio Negro vient se jeter dans l'Amazone par 3° 9′ de latitude sud et 62° 32′ de longitude ouest de Paris, à 300 lieues de Para ou Belem. Son embouchure mesure 2,250 mètres de largeur et son cours total près de 1,700 kilomètres. Il naît dans les serras limitrophes du Brésil et de la Nouvelle-Grenade et reçoit un grand nombre de rivières navigables, dont les principales sont : l'Uaupez, l'Icana et le rio Branco. Chose remarquable, qui ne se rencontre ordinairement que dans

l'Amérique du Sud, le rio Negro est uni à l'Orénoque par deux canaux naturels dont le principal est le Cacicuirary.

L'Uaupez est également relié dans la Nouvelle-Grenade au Guaviary, affluent de l'Orénoque, par un canal semblable, le Cabuquena. Ainsi donc, le bassin du rio Negro, de l'Orénoque et de l'Essequibo sont unis ensemble avec celui de l'Amazone et l'Océan Atlantique. Chose importante pour le commerce, on pourrait entrer par l'Orénoque dans l'Amérique du Sud, naviguer à travers le Venezuela, pénétrer au fond de la Nouvelle-Grenade, remonter le rio Branco, traverser la Guyane anglaise, et sortir par l'Essequibo dans l'Océan, ou bien encore gagner Manaos, capitale de la province de l'Amazone, sise à l'embouchure du rio Negro, et alors atteindre le centre des provinces centrales de Goyaz, Matto-Grosso, de la Bolivie, du Pérou et de la république de l'Équateur par les autres affluents immenses de l'Amazone.

Cinq autres rivières très importantes descendant des Andes de la république de l'Équateur viennent s'ouvrir sur la rive gauche de l'Amazone au-dessus du rio Negro : ce sont le Japura, l'Içа ou Putamoyo, le Napo, le Pastasa et le Morona. Le Japura est navigable pendant 150 lieues, l'Içа et le Napo pendant au moins 100. Ils descendent tous des Andes grenadines ou de l'Équateur.

Au sud, deux systèmes de montagnes très distincts envoient leurs eaux au grand fleuve : ce sont les Andes et la serra des *Parecis,* composée de plusieurs chaînes portant le nom d'une grande tribu indienne disparue, habitant il y a un siècle ses plateaux, ses versants et ses vallées. Des Andes descendent le Madeira ou Beni, en Bolivie, qui, avec le Mamoré et le Guaporé, rivières brésiliennes, sépare les deux systèmes, le Puru, le Coari ou Teffé, le Jutahy, le Javary et l'Ucayaly, exploré par M. de Castelnau.

Bien des écrivains ont parlé des Andes; elles sont assez connues; c'est pourquoi nous nous étendrons davantage sur le système des Parecis, fort peu connu. Il donne naissance aux rios Guaporé, bras supérieur de la Madeira, au Tapajoz, au Xingu, et à l'Araguay, bras occidental du Tocantins.

Les monts Parecis sont un massif composé de séries de chaînes et de plateaux regardés comme les plus élevés du Brésil. Ce grand massif triangulaire dont la base est parallèle au cours de l'Amazone, à 150 lieues au sud de ses bords, traverse la Madeira et le Mamoré; il prolonge une de ses chaînes à travers la Madeira, qui la franchit en dix-huit cataractes, ainsi que le Beni. Le côté oriental suit le rio Araguay, oblique vers le sud ouest; le côté occidental, longe le rio Guaporé pendant 200 lieues, à une distance moyenne de 80 kilomètres de ses rives, et la serra de Aguapehy en est le sommet.

Les Parecis sont couronnés par des plateaux ondulés appelés Campos Parecis. Là, vous apercevez au-devant de vous de longues et interminables ondulations. Vous suivez la plaine, insensiblement vous arrivez au fond d'une large vallée aux pentes douces, vous franchissez des lagunes

d'eau presque stagnante, le sol est un sable mouvant ou une terre desséchée, dans laquelle vos mulets enfoncent quelquefois jusqu'aux genoux. Après avoir traversé ces marécages, vous êtes étonné de vous trouver sur une crête aride que vous voyiez se dessiner au loin dans l'horizon. Devant vous se dresse une montagne pareille, et aussi loin que vos yeux peuvent atteindre, vous apercevez ce même spectacle monotone du désert. On dirait une mer soulevée par la tempête, aux lames cristallisées sur place. Çà et là quelques arbres chétifs et rabougris essaient en vain de simuler un bosquet; des pâturages maigres et insuffisants composés de plantes aux feuilles aiguës, dures et lancéolées, s'élevant à peine à 44 centimètres au-dessus du sol, bordent les lagunes, et sur les versants de grêles bambous espacés offrent à vos bêtes de somme une nourriture un peu plus confortable. D'avril à septembre la chaleur y est étouffante, les marécages sont à peu près desséchés; mais en janvier on y voit de belles journées.

La température des Parecis est très irrégulière, le climat y est en général chaud et sec; mais à l'époque des pluies, lorsque le Pampero venant du S.-O. balaie en rafales sifflantes les chapadas dénudées, une pluie fine et piquante, semblable à une bruine glacée, vous fait recoqueviller au fond de votre poncho comme la tortue dans sa carapace. En cette saison, tous les travaux cessent pendant dix jours chaque mois; alors les rares habitants des petites localités des Parecis rentrent grelotter dans leurs cases de terre, où leurs feux de broussailles les défendent fort mal contre ce froid humide qui vous pénètre jusqu'aux moelles.

Les pentes orientales des Parecis sont plus douces; mais vers le Guaporé, elles se terminent en croupes arrondies et par des masses de roches amoncelées. Alors se montrent complètement les terrains grésiformes et quartzeux des chapadas de Minas geraes, ainsi que des serras voisines de San-Francisco.

Autrefois, un certain nombre d'Arraiaes peuplaient les Parecis; des mines d'or nombreuses y étaient exploitées; mais aujourd'hui, l'insuffisance des instruments pour attaquer la gangue primitive des métaux précieux a obligé les mineurs de se borner à faire des lavages dans les rivières qui en descendent. Tels sont les Campos Parecis.

C'est dans les lagunes et dans ces cuvettes marécageuses qui s'étendent au pied des pentes douces dont nous venons de parler, que prennent naissance deux des plus grands cours d'eau de l'Amérique du Sud : le Paraguay et ses principaux affluents, le Jauru, le Sipotuba, le Cuyaba et le Guaporé, bras supérieur de la Madeira, ainsi que les autres affluents précités de l'Amazone. Avant de vous entretenir de l'important rio Madeira, je dirai quelques mots de ces derniers.

Chose remarquable, sur la chapada culminante des Parecis, naissent à une distance de 5 à 6,000 mètres les uns des autres tous les cours d'eau secondaires qui forment ces affluents de l'Amazone. Elle mesure à peu près 39 kilomètres de circonférence. Dans ces différents versants coulent

le rio *das Mortes,* bras de l'Araguay et du Tocantins; les rios Preto, Arinos, Juina, Juruema et autres, qui vont former le Tapajoz; et les rivières Guapore, Sarare, Sucuriu, Eme et Galera, qui coulent vers la Madeira.

Le Tapajoz mesure 300 lieues de cours, et se jette dans l'Amazone par 2°, 24′ 50″ de latitude sud, et 58° de longitude ouest, à près de 900 kilomètres de Para. La ville importante de Santarem est sur la rive gauche de son embouchure.

En 1827, le gouvernement russe y a envoyé une expédition d'exploration, commandée par le capitaine Langsdorf; il n'en a rien transpiré. Du reste, il ne pouvait apprendre rien de plus que les explorateurs et commerçants portugais qui s'embarquaient sur le rio Preto à 365 lieues, et descendaient depuis un siècle le Tapajoz en soixante-quinze jours.

Ce rio est la voie la plus courte pour atteindre la ville de Goyaz et la province de Matto-Grosso. Elle a 200 lieues de moins que celle de la Madeira.

Après le Tapajoz s'ouvre à l'est le Xingu, sur les rives duquel les Hollandais avaient construit autrefois deux forts. Ce rio mesure 300 lieues de longueur, et il se jette dans l'Amazone par 1° 42′ de latitude sud, et 54° 30, de longitude ouest, à 100 lieues de Para. Ses eaux sont d'une limpidité extraordinaire. La ville de Porto-de-Moz est assise sur sa rive droite, près l'Amazone. Ses sources ne sont qu'à quelques kilomètres de celles de ses principaux affluents du Paraguay, le Cuyaba et le San Lourenço, et du rio das Mortes (des Mortes), qui porte ses eaux à l'Araguay et aux Tocantins.

Mais le plus important de tous pour le Brésil, est sans contredit le rio Madeira. Cette rivière se jette dans l'Amazone par 3° 23′ 43″ de latitude sud et 60° 30′ de longitude ouest. Son embouchure mesure 2,700 mètres de largeur, son cours total est de 500 lieues de longueur; il porte au fleuve 6,900 mètres cubes d'eau par seconde; sa pente moyenne est de 0, 44 par lieue, et sa rapidité varie suivant l'inclinaison de ses cachoeiras, cataractes, rapides ou cascades. Ainsi, à l'embouchure elle est de 0,36 par seconde; à Borba, à 160 lieues, de 0,51, et à Baetas de 1 mètre 8. Son bassin mesure 16,000 lieues de superficie. Il prend sa source par 18° de latitude sud en Bolivie, près la ville de la Paz, qu'il traverse, et arrose des territoires riches et fertiles.

Il reçoit plus de 90 affluents, mais les deux principaux sont le Mamoré et le Guaporé, à 250 lieues de l'Amazone, à la Madeira se réunit le Mamoré : à leur confluent ils mesurent ensemble 1,800 mètres au moins de largeur, et leur profondeur moyenne est de 20 mètres. Ils débitent ensemble 6,000 mètres cubes d'eau par seconde. Ce confluent est par 11° 55′ 46″ de latitude sud, et à peu près 60° de longitude ouest. Le Mamoré sépare le Brésil de la Bolivie pendant 44 lieues de cours, et sort de ce dernier Etat, où il prend également sa source, par 18° de latitude sud, non loin de Potosi, entre les serras de Cochabamba et de la Paz, sur les versants opposés au Pilcolmayo, son cours tortueux mesure 150 lieues de longueur dans la direction du nord.

Le Guaporé naît dans les Parecis par 13° 30′ de latitude sud et 61° de longitude ouest, près de celles du Sararé, à 2 lieues de celles de *Juruema*, affluent principal du Tapajoz, et à 6 lieues à l'est du *Jauru*, affluent du Paraguay. Il descend des montagnes par des cataractes considérables et court pendant 50 lieues jusqu'à Villa-Bella ou Mato-Grasso, ancienne capitale de la province de ce nom. Son cours total mesure 260 lieues de longueur; il est parfaitement navigable malgré ses nombreuses circonvolutions. Il reçoit plus de vingt tributaires dont la plupart sont aurifères et viennent de la Bolivie. Ses crues atteignent 11 mètres d'élévation; aussi ses rives occidentales, plus basses que les autres, sont-elles inondées pendant une partie de l'année.

Le bassin de la Madeira contient un fait géographique remarquable, unique au monde et inconnu de l'Europe; nous allons le signaler. A 38 lieues du Guaporé, par 16° 3′ de latitude sud et 61° 68′ 4″ de longitude ouest s'élève le dernier contrefort sud-ouest des Parecis, la serra do Aguapehy. Au milieu des forêts qui ombragent ses plateaux supérieurs, jaillissent deux sources, celles du rio Alegre et du Aguapehy; *une distance de 3 mètres au plus les sépare*. Leurs eaux coulent presque parallèlement en deux lits différents, vers l'est pendant 7 lieues. Là, ils tombent au pied de la serra, en deux cataractes élevées, distantes d'une lieue l'une de l'autre; l'Aguapehy à l'est va se jeter à 30 lieues plus bas dans le *Jauru,* affluent important du Paraguay, et le rio Alegre, à l'ouest coule pendant 38 lieues vers le *Guaporé,* qu'il rejoint au-dessus de la Villa-Bella.

Or, ces deux rios, déjà navigables au pied de leurs cataractes, ne sont séparés que par un isthme très étroit : *il ne mesure que 6,470 mètres de largeur*. Il suffira donc de couper par un canal ce faible espace de terrain complètement plat pour unir les bassins du Paraguay et de l'Amazone.

Ce projet a déjà eu un commencement d'exécution. En 1773, le gouverneur de Matto-Grosso, Albuquerque, tenta de creuser ce canal; mais il fut obligé de renoncer à ce projet faute de moyens pour l'exécuter complètement. Du reste, à plusieurs reprises des canots ont été portés de l'Alègre à l'Aguapehy. Ils ont descendu le Paraguay et ont remonté le Saint-Lourenço et le Cuyaba, jusqu'à la ville de ce nom.

Par conséquent, dans un avenir plus ou moins rapproché, lorsque des villes populeuses et des provinces florissantes remplaceront ces solitudes immenses, ce plan sera nécessairement repris et mis facilement à exécution à l'aide des moyens inventés par la science moderne. *Alors un bateau à vapeur entré dans l'Orénoque pourra sortir dans l'Océan Atlantique par le rio de la Plata,* après avoir parcouru plus de 3,000 lieues de navigation dans l'intérieur du Brésil.

Le Guaporé s'étendant sur un parcours de 260 lieues, et le Paraguay depuis le Saint-Laurent, descendant pendant 833 lieues jusqu'à l'Atlantique, dont 500 à travers le Brésil, forment donc un fossé infranchissable de 760 lieues séparant cet empire de la Bolivie et du Paraguay. Que l'isthme qui s'étend entre l'Alègre et l'Aguapehy soit coupé, alors le

Brésil formera une île immense, facilement divisible en un certain nombre d'autres îles et par la jonction de la plupart de ses grands fleuves.

Mais ces rios ne sont pas également navigables pendant tout leur cours. Des cataractes, des rapides, des cascades, *cachoeiras,* en interceptent le lit. En effet, les premiers contreforts des Parecis forment, à une distance moyenne de 150 lieues au sud de l'Amazone, un bourrelet qu'ils ont brisé et qu'ils franchissent plus ou moins rapidement. Ainsi, dans la Madeira, douze cachoeiras, et dans la Mancoré, six autres interceptent la navigation pendant 70 lieues. Elles ont en moyenne une demi-lieue de longueur; un grand nombre d'entre elles laissent entre leurs obstructions des passages libres à la navigation, ils sont d'autant plus profonds que les roches sont d'un volume plus considérable. Cependant, trois d'entre elles déterminent des différences de niveau importantes : une seule forme une cataracte infranchissable; il faut alors décharger les convois de canots, portant chacun de 30 à 60,000 kilogrammes de denrées diverses et les traîner par terre à travers de très grandes difficultés. Un temps considérable est perdu dans ces manœuvres. La principale de ces cataractes est la seconde, appelée Theotonio; elle est située par 8° 52′ de latitude sud. Sa chute établit une différence de niveau de 11 mètres à peu près.

La première, appelée San-Antonio, est située à 923 kilomètres de l'Amazone, par 8° 48′ de latitude sud. C'est le point extrême de la navigation à vapeur!

Les mines d'or et les diamants de la province de Matto-Grosso ont attiré de bonne heure une émigration relativement considérable sur les versants des Parecis. Un grand nombre d'aldées s'étaient formées; l'Amazone et la Madeira étaient les routes fréquentées par le commerce portugais. De Para, sise à l'embouchure du Tocantins, à Villa-Bella, capitale de Matto-Grosso, le voyage, aller et retour, durait un an; jugez du prix que pouvaient atteindre les marchandises au milieu de ces provinces éloignées!

Plusieurs localités, bien déchues de leur ancienne splendeur, existent sur les bords de la Madeira. C'est d'abord, sur la rive droite, la plus importante, Borba, ancienne mission des PP. Jésuites, par 4° 25′ de latitude sud, à 150 kilomètres de l'embouchure de la rivière. Son territoire est très riche et très fertile en canne à sucre et en cacao. Ensuite vient Crato, à 330 kilomètres plus haut.

Ces localités, ainsi que beaucoup d'autres, sont abandonnées ou très réduites; elles ont été désertées par leurs habitants à cause des attaques des Indiens et de la diminution du rendement des mines d'or.

Jusqu'à San-Antonio, la Madeira est très navigable. De décembre à mai, des navires de tout tonnage peuvent atteindre les cachoeiras sans difficulté. Pendant les autres mois, elle porte ceux qui tirent 2 mètres d'eau. La superficie totale du bassin de la Madeira est de 44,000 lieues carrées.

L'Amazone peut être naviguée en toute saison, pendant 5,000 kilomètres, par des navires de tout tonnage. Des localités nombreuses et importantes sont assises sur ses bords fertiles. Ainsi, de l'embouchure de l'Amazone, au centre de la province Matto-Grosso, à Villa-Bella, il y a 4,415 kilomètres par la voie fluviale que nous venons d'indiquer.

Il existe bien une autre voie de ce genre, fréquentée depuis longtemps: c'est le rio Tieté, qui, par le Paraguay, conduit de Porto-Feliz, situé à 22 lieues de Saint-Paul, à Cuyaba, capitale actuelle de la province de Matto-Grosso. Elle mesure 2,945 kilomètres, mais elle oppose 114 cachoeiras dangereuses à franchir et un portage difficile, celui de Camapuan. Or, le Paraguay a 2,000 kilomètres de longueur totale.

Au-dessus du rio Negro, l'Amazone change de nom et prend celui de *Solimoès,* ou fleuve des Sorimoès, nom de la tribu de Sorimao, qui habitait autrefois ses bords, et dont on trouve quelques débris près du rio Negro. Non loin de la Madeira, dans le Solimoès, s'ouvre le rio Puru, le plus important de ses affluents. Il vient de la Bolivie et est navigable jusqu'aux Cordillières, où il prend ses sources. D'abord exploré par sire Chandless, ingénieur anglais, il le fut de nouveau, en 1863, par M. José Martins da Silva Continho, qui le remonta sur un bâtiment à vapeur jusqu'à Hyntanahan, à 1,333 kilomètres de son embouchure, sans rencontrer d'obstacles. Ces expéditions prouvèrent la véracité des rapports indiens, affirmant depuis longtemps que le Puru pouvait être navigué pendant quarante jours sans difficulté aucune.

Le Puru est assez rapproché de la Madeira; il court presque parallèlement à cette rivière; il se pourrait que quelqu'un de leurs affluents les missent en communication. On a déjà tenté deux explorations dans ce sens; elles n'ont pas donné de résultat définitif. Une communication entre ces deux rios permettrait peut-être d'éviter les principales cataractes de la Madeira. Ainsi, les communications avec la Bolivie et le centre brésilien seraient bien plus faciles.

Or, depuis quelques années, les habitants de la province bolivienne de Moxos franchissent les cataractes de Beny, descendent la Madeira, et viennent à Serpa, port de la rive gauche de l'Amazone, à 28 kilomètres au-dessous de la Madeira, s'approvisionner dès denrées qu'ils ne peuvent se procurer dans leurs provinces isolées du monde.

Quoi qu'il en soit, avant que les cachoeiras de la Madeira puissent être rendues navigables, il sera nécessaire d'ouvrir une route de 50 lieues sur sa rive droite, avec un chemin de fer américain pour transporter les marchandises et les voyageurs. Ce moyen sera le moins dispendieux et le plus utile au développement commercial de ces intéressantes contrées. Quelques populations viendront se fixer sur ce parcours; elles y trouveront des débouchés faciles pour leurs produits et l'aisance en sera le résultat.

Conséquences commerciales.

L'Amazone et ses affluents arrosent les provinces de Para, de l'Amazone, de Goyaz et de Matto-Grosso. Ils plongent dans les parties les plus inaccessibles du Brésil, de la Bolivie, du Pérou, de la république de l'Équateur, de la Nouvelle-Grenade et du Venezuela; ils pénètrent jusqu'aux Guyanes.

Une population assez considérable se trouve donc réunie dans son bassin, et l'établissement des lignes de vapeur mettant les Cordillières à vingt jours de distance de Bordeaux, devra faciliter l'établissement de colonies nombreuses.

Des forêts immenses aux diverses essences utiles à la construction civile et navale ainsi qu'à l'industrie, couvrent ces territoires; la puissance des arbres qui les composent et leur immensité a fait donner à une province le nom de Matto-Grosso, Grandes-Forêts. Leurs terres fertiles et neuves peuvent donner toutes les denrées coloniales; leurs différentes altitudes permettent tous les genres de culture. Les flancs de leurs montagnes renferment de nombreuses mines d'or, des gisements de pierres précieuses, ainsi que d'autres métaux, et leurs pâturages sans limites permettent au fazendeiro d'élever presque sans frais des myriades de bêtes à cornes qui lui assurent des bénéfices considérables.

Pour appuyer notre allégation, qu'il nous suffise de dire que :

1° On peut citer plus de soixante variétés d'arbres énormes, aux bois excellents pour les constructions civiles, navales, pour l'ébénisterie, la marqueterie, etc. Un grand nombre aussi produisent des matières filamenteuses nécessaires à la marine et à l'industrie.

2° Une quantité incroyable produisent des huiles excellentes à manger et à brûler, et des bois de teinture. Une trentaine d'espèces produisent le caoutchouc. Nous ne parlons pas des innombrables ressources qu'y trouve la matière médicale.

3° Toutes les variétés de coton, le cacao, le café, le riz, l'indigo, les épices, clous de girofle, la noix de muscade, le tabac, le sucre, le beurre de tortue, si fin et si agréable, le poisson séché et salé, ainsi que le tapioca et autres denrées, garantissent au commerce des bénéfices très rémunérateurs.

Or, les ressources du Brésil ne sont pas encore toutes connues. D'un autre côté, il est certain qu'il peut se suffire à lui-même; il n'a pas besoin absolument de recourir à l'Europe.

Des populations assez considérables établies sur les bords de ces rios vivaient dans l'isolement sous tous les rapports; alors le gouvernement brésilien établit, en 1853, deux lignes de bateaux à vapeur sur l'Amazone, l'une bimensuelle, allant de Para à Manaos, clé de la province des Amazones et desservant neuf escales; l'autre mensuelle, remontant de Manaos à Tabatinga, dernière ville brésilienne, près de la frontière du Pérou, et s'arrêtant à sept escales. La première appartient aujourd'hui à une compagnie anglaise.

Une troisième ligne ne tarda pas à être installée sur le rio Negro, elle fonctionne pendant les dix mois des hautes eaux, de Manaos à Santa-Isabel, ville assise sur la rive gauche de cette rivière, à 120 lieues métriques de l'Amazone. Mais en 1857, cent ans après le décret qui abolissait l'esclavage des Indiens et rendait à la liberté tous ceux qui étaient détenus par des maîtres injustes, l'empereur du Brésil, conviant toutes les nations à venir prendre part au commerce de ses États, rendit un décret par lequel l'Amazone est déclaré ouvert à tous les pavillons jusqu'à la frontière péruvienne, à 3,333 kilomètres de son embouchure, ainsi que le Negro, jusqu'à Manaos, la Madeira, jusqu'aux cachoeiras de San-Antonio, soit 150 lieues, et le Tocantins jusqu'à Cameta ou Villa-Viçosa, ville importante sise à 150 kilomètres de Belem, sur la rive droite de cette immense rivière. Son cours atteint 2,228 kilomètres de longueur, dont 1,983 sont navigables aux bateaux à vapeur. Il traverse du sud au nord la province de Para, longe toutes les provinces de Maranhao et Piauhy, et reçoit dans son bras occidental l'Araguaya, venant de la province de Goyaz. Une ligne de vapeurs fait le service de Belem à Cameta.

Les nations voisines ne restèrent pas en arrière. Le Pérou, profitant du cours parfaitement libre de l'Huallaga, établissait une ligne entre Jurimaguas et Tabatinga, sur un parcours de 1,311 kilomètres. Elle fait escale dans onze localités assises sur les bords de cette grande rivière.

En ce moment, l'Amazone offre au commerce une navigation à vapeur de 1,183 lieues métriques; or, le développement de son réseau navigable dépasse 7,000 lieues, d'après Humboldt.

Son bassin mesure 260,000 lieues de superficie et son embouchure 100 de largeur.

Tel est le coup d'œil d'ensemble que nous présente l'Amazone, qui appelle la civilisation, le commerce et l'industrie à venir prendre possession définitive des vastes, riches et fécondes solitudes qu'il arrose.

Mais, pour arriver à ce but, il faut plus que des efforts individuels L'effort individuel, c'est la stérilité; si donc on veut fonder des établissements durables en ces contrées, il faut procéder par voie d'association, par des compagnies commerciales et industrielles. Des lignes de splendides steamers à vapeur ne suffisent pas; il faut que ces navires partent et reviennent chargés de denrées commerciales. Nos pères avaient compris cette nécessité; voilà pourquoi ils ont réussi; et le commerce anglais n'a fait que les imiter : tel est le secret de sa puissance. Or, notons, en passant, que la France a été colonisatrice et commerçante avant l'Angleterré, et la preuve en est, c'est que les colonies de cette grande nation ne sont autres que les anciennes colonies françaises. Il y aurait beaucoup de choses intéressantes à dire sur le commerce français depuis le quatorzième siècle. Mais j'abrège; peut-être plus tard nous sera-t-il donné d'en esquisser l'histoire et les grandeurs. Nos pères, ai-je dit, avaient compris la puissance de l'association. Aussi voyons-nous le commerce français, sous le haut patronage de ses gouvernements, former la

Compagnie royale d'Afrique, la Compagnie de l'Orient, suscitée par le cardinal Richelieu, continuée par Mazarin et Fouquet, patronée par Henri IV et Louis XIII. A cette époque, le pavillon français se montrait fréquemment dans la mer Rouge, le golfe Persique et l'océan Indien. Enfin, nous voyons sous Louis XIV, à l'instigation de Colbert, ces Compagnies recevoir un plus grand développement sur la côte d'Afrique, d'autres se créer pour l'exploitation de nos colonies d'Amérique et se constituer, avec le concours de toutes les Chambres de commerce de la France et celle de la ville de Bordeaux en particulier, la grande Compagnie des Indes, qui a disparu au profit de l'Angleterre pendant nos orages politiques. Or, ce qui a été fait peut être fait encore. Nous n'en sommes plus à rêver des conquêtes matérielles, mais les vraies et les plus solides conquêtes de la civilisation. Nous pouvons reprendre pacifiquement aux Anglais ce qu'ils nous ont enlevé. Les peuples de l'Amérique du Sud manquent des objets de première nécessité et de grande utilité ; il y a donc là un grand marché ouvert pour toutes les industries, toutes les fabriques, tous les genres de commerce. Ce marché est en communication avec l'Océan par un réseau de voies fluviales unique au monde, dont les portes principales sont l'embouchure du grand fleuve des Amazones et le rio de la Plata. Ces contrées, enserrées par ce réseau, vont se peupler rapidement. De grandes entreprises se fondent en ce moment, des compagnies s'organisent. La France, nous n'en doutons pas, ne restera pas en dehors de ce grand mouvement. Elle reprendra le rang qu'elle occupait dans le monde commercial il y a un siècle, et renouera, en les améliorant par les progrès sérieux de notre époque, la chaîne brisée de ses grandes traditions de civilisation chrétienne.

M. A. CORNU,

Ingénieur des mines, Professeur à l'École polytechnique.

Sur la Constitution physique du soleil.

(Conférence du 9 Septembre 1872.)

I

MESSIEURS,

L'étude de la constitution physique du soleil est une question qui excite l'intérêt de tous ceux qui se sont voués à l'observation des grands phénomènes de la nature, à la science générale que les Anglais nomment la *philosophie naturelle*. Les astronomes ont encore bien des secrets à surprendre sur cet immense centre d'attraction, le grand pivot du système planétaire dont la terre est un rouage si petit

Les physiciens y voient non seulement la source actuelle de la chaleur

et de la lumière, mais encore, aidés de rapprochements inattendus, ils y reconnaissent de plus en plus la source de toutes les forces de la nature terrestre, l'approvisionnement de l'énergie dont les transformations occasionnent les phénomènes les plus divers.

Les naturalistes, de leur côté, étudient, dans les radiations solaires, l'aliment nécessaire aux animaux et aux plantes, la source de la vie végétative.

Je me propose de faire passer rapidement sous vos yeux un résumé des principales observations relatives à la constitution du soleil, et de vous montrer ensuite qu'on peut les rattacher aux lois générales de l'astronomie.

Le soleil nous apparaît comme une surface plane circulaire; mais l'éclat éblouissant de sa lumière et l'immense distance à laquelle il se trouve de nous, nous empêchent de distinguer sa véritable forme, qui est sphérique.

Pour observer cette forme, le meilleur moyen consiste à projeter l'image solaire agrandie sur un écran blanc. Il suffit pour cela de diriger une lunette sur le soleil, et après l'avoir mise au point exactement sur l'un des bords du disque (en ayant soin de protéger l'œil par un verre très foncé), d'allonger très légèrement le tirage qui porte l'oculaire, alors l'image agrandie du soleil apparaît sur un carton blanc disposé en arrière de la lunette, comme un disque ombré sur les bords, c'est-à-dire offre l'apparence d'un globe lumineux sphérique, mais il est nécessaire que l'éclat de l'image soit très affaibli. Lorsqu'à la place du carton blanc, on dispose une plaque impressionnable à la lumière, on obtient une photographie solaire, sur laquelle on constate mieux encore un véritable *modelé sphérique,* surtout si le temps de pose a été très court (1).

Sur les images agrandies ou sur les épreuves photographiques instantanées, on observe aisément les phénomènes des *taches* qui ont tant étonné les premiers astronomes qui croyaient, comme les philosophes, leurs contemporains, à l'*incorruptibilité des cieux*. Ces taches, souvent assez nombreuses sur le disque solaire et parfois assez étendues pour qu'on les voie à l'œil nu (soit à l'aide d'un verre noir, soit à travers le brouillard), ces taches présentent un aspect caractéristique. Leur centre est d'ordinaire très sombre, et leur pourtour, qu'on a qualifié de *pénombre,* se termine presque toujours par un contour nettement défini.

Aux environs des taches, on aperçoit quelquefois des parties plus brillantes, qu'on nomme *facules*. On les aperçoit surtout aisément lorsqu'une tache un peu grosse existe près du bord du soleil; la tache apparaît bordée de *facules;* c'est l'un des cas où ce phénomène est facile à bien observer. En général, il faut avoir l'habitude des observations solaires

(1) On doit varier ce temps de pose suivant les dispositifs adoptés, c'est-à-dire suivant l'éclat des images directes ou agrandies et suivant la sensibilité de la substance impressionnable. Au foyer d'une lunette, la plaque daguerrienne iodée exigerait 1/20 de seconde; une glace au collodion humide, à peine 1/1000 de seconde.

et bien graduer le pouvoir absorbant des verres colorés pour apercevoir les *facules* avec les lunettes de petite dimension.

Si l'on observe chaque jour une tache bien reconnaissable par sa forme ou sa dimension, on voit qu'elle se déplace par rapport au bord du disque. On évitera bien des complications apparentes pour la recherche de la trajectoire, si l'on s'astreint à observer le soleil à midi.

A chaque observation nouvelle, on reconnaîtra que la tache s'avance de l'est à l'ouest sur le disque, d'un mouvement à peu près uniforme lorsque la tache est située aux environs du centre, et un mouvement de plus en plus lent à mesure qu'elle approche du bord. Ces taches mobiles, observées pour la première fois en 1610, par Fabricius et par Galilée, ont été l'objet de bien des discussions. On n'a pas tardé à s'accorder sur l'explication de cette mobilité, en considérant ces taches comme appartenant à la surface solaire. C'était par conséquent une preuve de la rotation du soleil, et par suite une vérification de la forme sphérique de cet astre.

Ce phénomène du déplacement des taches permet donc non seulement de constater la rotation de la surface solaire, mais encore de déterminer la durée d'une révolution et la direction du plan de l'axe autour duquel cette rotation s'effectue. En effet, on a pu souvent suivre des taches de forme bien reconnaissable depuis un bord jusqu'à l'autre, vérifier la loi des vitesses que la perspective de leur trajectoire circulaire impose à ces déplacements ; vérifier, par suite, l'uniformité exacte du mouvement de rotation, et enfin calculer la durée d'une rotation complète, d'après le temps de parcours d'une fraction de la circonférence.

Certaines observations plus rares vérifient ces calculs. En effet, on peut quelquefois suivre pendant plusieurs révolutions successives la même tache ou le même groupe de taches; de sorte qu'on a déterminé directement la durée de la rotation solaire. On a trouvé ainsi qu'une même tache met vingt-sept jours pour revenir à la même place sur le disque. Il ne faudrait pas en conclure que le soleil fait une révolution complète autour de son axe en vingt-sept jours. Car pendant ces vingt-sept jours, la terre, dans son mouvement annuel, et par suite l'observateur, s'est déplacée dans le même sens que la rotation solaire. (Tous les mouvements de rotation ou de révolution des planètes s'effectuent dans le même sens.) Le déplacement angulaire est de 25° environ.

Ce qui fait que le déplacement réel des taches, au lieu d'être 360° est $360 + 25° = 385°$. Cette correction réduit à 25 jours 1/2 la durée de la rotation solaire.

Quant à la direction de l'axe de rotation, elle diffère peu d'une perpendiculaire à l'écliptique. En effet, les trajectoires apparentes des taches sont presque rectilignes; par suite, les plans des cercles décrits par elles passent donc constamment par l'œil de l'observateur, ou, ce qui revient au même, à l'ordre d'approximation où nous raisonnons, par le centre de la terre. Or, le plan dans lequel se meut le centre de la terre

est ce qu'on nomme le plan de l'écliptique. Des observations plus précises ont donné 7° pour l'inclinaison sur l'écliptique de l'équateur solaire.

Les taches varient de forme suivant leur distance au bord du disque. En général, elles sont à peu près rondes au centre du disque, mais elles paraissent s'aplatir dans le sens de leur mouvement en approchant du bord; de plus, le noyau sombre, qui est d'ordinaire au milieu de la pénombre lorsque la tache est au milieu du disque, prend une position excentrique lorsque la tache s'avance près du bord.

Un astronome anglais, Wilson, vers 1769, montra que ces apparences s'expliqueraient très bien si l'on supposait que les taches solaires sont des cavités dont le fond serait obscur : cette hypothèse discutée, à plusieurs reprises par les astronomes, a été définitivement adoptée.

En résumé, ces simples observations ont conduit aux conclusions suivantes, qui résument ainsi nos connaissances générales sur la constitution du soleil : Le soleil est une masse sphérique revêtue d'une couche fluide très brillante à laquelle on a donné le nom de *photosphère*, l'intérieur est formé d'une masse relativement obscure; les taches sont des déchirures profondes qui mettent à nu le noyau intérieur.

La masse entière paraît animée d'un mouvement uniforme de rotation dont la durée est de 25 jours 1/2 autour d'un axe presque normal au plan de l'écliptique.

Quelque nettes que paraissent ces conclusions, il ne faut pourtant pas se faire des illusions sur leur valeur, car, lorsqu'on entre dans le détail des faits, on trouve un certain nombre d'anomalies qui n'ont pas manqué d'éveiller l'attention des astronomes et des physiciens.

Nous allons passer en revue les principales et montrer ce qu'il reste à faire pour arriver à un degré de probabilité comparable à celle que comporte l'hypothèse fondamentale de l'astronomie, à savoir la loi de l'attraction universelle.

D'après ce qui vient d'être dit sur la rotation du soleil, il résulterait que le mouvement angulaire des taches devrait être le même sur toute la surface solaire, c'est-à-dire que la durée de leur rotation devrait être constante quelle que fût leur position sur le disque; or il n'en est rien; la rotation solaire n'a pas la même durée sur toutes les parallèles; la vitesse est plus grande à l'équateur qu'au pôle. Les taches qui suivent l'équateur solaire, autrement dit le grand cercle perpendiculaire à l'axe de rotation, possèdent la vitesse maximum; sur les petits cercles situés de part et d'autre de l'équateur, la vitesse diminue très notablement, à mesure que l'on s'avance vers le pôle; d'après une formule empirique déduite par M. Faye des observations de M. Carrington, on a pour la rotation diurne ξ correspondant à la latitude λ du petit cercle décrit par la tache, la relation

$$\xi = 12^\circ - 186' \sin^2 \lambda.$$

Or la durée de la rotation devrait être la même sur toutes les paral-

lèles si la masse solaire tout entière était animée d'un mouvement commun.

De plus, les trajectoires des taches ne sont pas exactement des cercles; ces taches présentent des mouvements propres, c'est-à-dire des variations en latitude et même en longitude, lesquels sont souvent périodiques.

Une autre anomalie des plus curieuses est l'irrégularité de la distribution des taches sur la surface solaire; les tachès apparaissent de préférence sur deux zônes situées à 15° environ de part et d'autre de l'équateur; l'équateur lui-même en est presque complètement dépourvu; la région du pôle n'en présente jamais.

Mais le fait le plus remarquable et peut-être le plus important au point de vue de ses conséquences de toute sorte est la *périodicité décennale* de la fréquence des taches. D'après les observations de Schwabe, le nombre des taches visibles aurait présenté un maximum dans les années 1828, 1837, 1848, 1860 et en remontant aux années précédentes, d'après les documents conservés dans divers observatoires, on a pu prolonger la série en arrière, jusqu'en 1615 et fixer à 10 ans 1/2 environ l'intervalle qui sépare leurs maxima consécutifs. Peut-être doit-on rapporter à un redoublement du nombre des taches ces *obscurcissements* du soleil dont l'histoire nous a conservé le souvenir, en particulier lors de la mort de César; mais il est à craindre que ce soit l'imagination populaire bien plus que l'observation impartiale des faits qui soit la source de ces indications.

Cette périodicité a donné lieu aux conjectures les plus diverses; quelques astronomes ont cru devoir rattacher la formation des taches à l'action directe des planètes sur la surface solaire, en particulier de la planète Jupiter dont la durée de la révolution autour du soleil est de 12 années environ, c'est-à-dire très voisine de la durée de la période de la variation séculaire des taches. Mais la différence des deux périodes est trop grande pour que la relation de cause à effet puisse être affirmée avec quelque probabilité; il y a donc lieu de rechercher la cause de ces variations.

Nous disions plus haut que cette périodicité des taches pouvait mener à des conséquences importantes; en effet, un des rapprochements les plus inattendus est la relation directe entre l'abondance des taches solaires et celle des perturbations magnétiques à la surface de la terre. On sait que la direction de l'aiguille aimantée présente chque jour deux ordres de variation, les unes très petites et régulières qu'on nomme variations diurnes (de quelques minutes seulement); les autres sans loi apparente et d'une amplitude souvent considérable, d'après les observations de Wolff (de Zurich), du P. Secchi, de Sabine. C'est précisément aux époques où les taches solaires sont les plus nombreuses que les perturbations magnétiques sont le plus fréquentes et le plus étendues; les aurores boréales qui exercent également une influence considérable sur l'aiguille aimantée, apparaissent aussi d'une manière plus fréquente

aux époques du maximum des taches; les belles aurores boréales de 1870, 1871, 1872, visibles dans l'Europe entière, sont une vérification de la périodicité décennale contenant la série de Schwabe 1828, 1837, 1848, 1860, 1871.

On verra plus loin, lorsque nous dirons quelques mots des études spectrales du soleil, que l'apparition des taches correspond la plupart du temps à de violentes actions physiques, chimiques et mécaniques sur la surface du soleil; dès lors cette coïncidence entre des ordres de phénomènes en apparence si divers apporte une forte présomption pour attribuer à une cause unique résidant dans le soleil la production simultanée de tous ces phénomènes.

Enfin nous ne laisserons pas passer, sans le mentionner, un rapprochement dû à W. Herschell, peut-être moins bien établi, mais plus curieux encore et surtout très important au point de vue des conséquences qui en résulteraient si ces conclusions se confirmaient et pouvaient un jour sortir du domaine des spéculations théoriques pour entrer dans celui de la pratique.

W. Herschell cherchant à vérifier ses idées théoriques sur la recrudescence de l'énergie calorifique et lumineuse du soleil lors de la formation des taches, compara divers phénomènes météorologiques à la variation de la fréquence des taches, et à défaut de documents suffisants considéra le prix moyen du blé dans la Grande-Bretagne pendant ces deux siècles d'observations solaires dont il connaissait les résultats.

Il reconnut que le prix moyen du blé était d'autant moins élevé qu'il y avait plus de taches, autrement dit que l'abondance des récoltes était sensiblement proportionnelle au nombre des taches du soleil. Une semblable conclusion doit être évidemment appuyée par des observations très nombreuses et très complètes pour pouvoir être considérée comme démontrée. Mais, d'après ce qu'il est dit plus haut, on peut remarquer que les découvertes ultérieures relatives à la constitution du soleil ont plutôt augmenté que diminué la vraisemblance de ces rapprochements si étranges au premier abord, et l'on peut espérer voir arriver le moment où les sciences météorologiques auront découvert assez de liens avec l'astronomie pour prévoir, d'après des calculs analogues à celui de la marche des planètes ou à celui des marées le retour des phénomènes généraux favorables ou défavorables à l'agriculture.

C'est bien ici l'occasion de montrer combien en science les *doctrines utilitaires* peuvent avoir d'effets fâcheux, combien il y a de danger à se laisser entraîner à ce courant qui tend à détourner les esprits des sciences spéculatives sous prétexte que les sciences théoriques ne servent à rien! On ne saurait prévoir de quelle importance peuvent être les conséquences des résultats même les plus abstraits. Quelle belle conquête pour l'humanité serait la connaissance d'une loi astronomique permettant de prévoir les années d'abondance et les années de disette! Les phénomènes que je viens de vous signaler pourraient bien y conduire, et cette grande loi aurait son origine dans les recherches que

les *utilitaires* doivent considérer comme le type des *observations inutiles :* l'observation assidue et précise des taches du soleil!

L'exposé qui précède a servi à bien définir les bases expérimentales des théories qui permettent de pénétrer plus profondément dans la constitution intime du soleil. — Nous allons successivement revenir sur chacun des points principaux.

Partons d'abord du phénomène fondamental : que sont les *taches* solaires? Il paraît hors de doute que ce sont des cavités de la couche brillante ou photosphère mettant à nu des parties plus froides (1) du noyau solaire. Quant à la photosphère elle-même, quelle est sa nature? Est-ce une masse liquide ou gazeuze? Je pense, pour ma part, qu'il est à peu près impossible, dans l'état actuel de nos connaissances physiques et astronomiques sur les divers états de la matière, de répondre à cette question ; il y a plus, d'après les dernières expériences de M. Andrews, cette question pourrait même n'avoir aucun sens, car il paraît y avoir continuité complète entre l'état gazeux et l'état liquide lorsque la pression et la température deviennent un peu grandes. Or, à la surface solaire, l'intensité de la chaleur et celle de la pesanteur sont énormes et par suite la pression exercée sur les couches extérieures doit être tout à fait comparable à celles qui détruisent toute distinction entre l'état liquide et l'état gazeux ; il est donc inutile actuellement d'essayer de fixer l'état physique dans lequel se trouve la photosphère ; en disant qu'elle est fluide, on reste dans les termes qui n'outrepassent pas nos données expérimentales.

Le *noyau* est-il solide ou fluide? Nous n'avons aucune donnée précise à ce sujet. Les plus forts grossissements appliqués aux images solaires dans les meilleures lunettes offrent des apparences très difficiles à interpréter aussi bien sur la photosphère que dans la partie sombre des taches; de sorte que la structure interne du soleil nous est à peu près entièrement inconnue.

L'existence de couches plus sombres à un niveau notablement inférieur à la surface de la photosphère paraît toutefois hors ds doute d'après les apparences découvertes par Wilson et d'après les observations de réfraction dans l'intérieur des taches faites ou discutées par différents astronomes, notamment par le P. Secchi et M. Faye. Le fond obscur paraît se relever à mesure que la tache approche du bord, de la même manière que le niveau apparent du fond de l'eau paraît le faire lorsqu'on l'observe sous des incidences croissantes.

Comment se produisent les taches solaires? La question est loin d'être résolue; la sagacité des astronomes s'exerce encore à ce sujet; les uns y voient des cratères d'explosion provenant des couches inférieures de la photosphère; les autres, au contraire, des gouffres produits par une aspiration intérieure.

(1) Les mesures calorimétriques effectuées par le P. Secchi mettent ce fait hors de doute.

M. Faye explique la forme d'entonnoir que présentent les taches en les considérant comme de véritables cyclones qui se produisent dans les photosphères comme ceux qui se forment dans l'atmosphère terrestre; la cause de ces tourbillons serait l'inégalité de vitesse qui de la photosphère suivrait les différentes parallèles. Cette théorie a été poussée très loin par son auteur, qui a su plier un grand nombre de faits à la vérification de ses idées. Toutefois un grand nombre d'astronomes, en particulier d'astronomes italiens, n'admettent pas cette théorie; ils objectent que le mouvement giratoire des taches n'est presque jamais apparent, ce qui exclut toute idée de rotation.

Je ne veux pas insister plus longuement sur la structure des taches; je désire attirer votre attention sur la cause déterminante de leur formation. Pourquoi prennent-elles naissance, tantôt en grand nombre, tantôt *en nombre très petit* sur certaines zones et non sur d'autres? Pourquoi ces périodes dans leur apparition?

C'est ce qui va faire le sujet de la seconde partie de cet exposé; je me permettrai de vous présenter une explication qui, à ma connaissance, n'a pas encore été donnée; elle a l'avantage de coordonner les faits observés, de faire concevoir la cause de bien des anomalies embarrassantes et d'établir des liens entre des phénomènes absolument indépendants au premier abord. Cette idée offre donc le caractère d'une bonne hypothèse.

II.

L'hypothèse que je me propose de développer devant vous consiste à supposer que les essaims de météorites qui circulent en grand nombre autour du soleil, peuvent être considérés comme la cause immédiate de la formation des taches solaires et de la plupart des phénomènes qui paraissent avoir une étroite liaison avec ces apparitions.

Il est bon d'abord de vous indiquer, en quelques mots, le résumé de nos connaissances sur la distribution dans l'espace et la marche de ces essaims de météorites.

Les météorites ne sont autres que ces fragments de pierres, plus ou moins métallisées, qui tombent à la surface de la terre sous forme de masses noires, accompagnées le plus souvent d'une vive lumière, d'un sifflement et de détonations; elles constituent alors les météores nommés *bolides*.

Les étoiles filantes paraissent dues au passage à travers notre atmosphère, de ces météorites animées d'une telle vitesse que le frottement et la compression qu'elles exercent sur l'air, les amènent à l'état d'incandescence; parfois elles tombent sur la terre et constituent les bolides dont on vient de parler; le plus souvent elles ne font qu'effleurer les couches supérieures de l'atmosphère et continuent leur route emportées par leur prodigieuse vitesse.

La multitude d'étoiles filantes qu'on observe à certaines époques de l'année, a été un sujet d'études pour les météorologistes, puis pour les

astronomes; ces derniers ont fini par reconnaître que l'apparition des étoiles filantes était un phénomène astronomique analogue à l'apparition des comètes, que vraisemblablement même les comètes et les essaims d'étoiles filantes n'étaient qu'une seule et même chose.

Voici les conclusions auxquelles les plus récents travaux sont parvenus. C'est à un astronome italien, M. Schiaparelli, que revient l'honneur d'avoir établi les points principaux du mouvement des étoiles filantes.

L'espace interplanétaire est peuplé de ces essaims de matières météoriques groupés en longs amas et répartis sur une ligne elliptique. Les lois du mouvement de ces essaims sont les mêmes que celles du mouvement des planètes: leur trajectoire sont des ellipses dont le soleil occupe l'un des foyers. La seule différence, c'est que ces ellipses sont très allongées, tandis que les orbites elliptiques des planètes sont, au contraire, presque circulaires. Les belles apparitions d'étoiles filantes des mois d'août et de novembre sont maintenant déterminées au point de vue astronomique, par leurs éléments géométriques. Par exemple, l'essaim d'étoiles du mois d'août, auquel l'imagination populaire a donné le nom de *larmes brûlantes de Saint-Laurent,* est dû au passage annuel de la terre à travers cet anneau elliptique dont la forme est définie astronomiquement par les nombres suivants, dus aux calculs de M. Schiaparelli.

Longitude du périhélie	343° 38′
Longitude du nœud ascendant	138° 16′
Inclinaison du plan de l'orbite sur l'écliptique	64° 3′
Distance du périhélie (rayon de l'orbite terrestre = 1	0,9643
Sens	rétrograde

Ce sont les éléments d'une parabole, c'est-à-dire d'une ellipse infiniment allongée.

Les astronomes ont donné à cet essaim le nom de *Perséide,* parce que les étoiles filantes auxquelles il a donné naissance paraissent diverger d'un point situé dans la constellation de Persée.

Ce point de divergence, appelé aussi *point radiant,* est dû à un simple effet de perspective, c'est le point duquel semble diverger la perspective de toutes les trajectoires rectilignes et parallèles des différentes masses qui constituent l'essaim.

Mais, résultat plus remarquable encore, dès que M. Schiaparelli eut déterminé les éléments de l'orbite des Perséïdes, il constata l'identité de la trajectoire avec celle de la comète de 1862, déterminée par M. Oppolzer. Il alla même plus loin. L'orbite de la comète de 1862 était assez bien étudiée pour qu'on pût reconnaître les éléments non d'une parabole, mais d'une ellipse très allongée; le temps de parcours de cette ellipse devait être d'environ 110 ans. M. Schiaparelli eût l'idée de rechercher, dans le catalogue des anciennes observations, les pluies les plus abondantes d'étoiles filantes, et put constater depuis l'an 830 de

notre ère une série d'apparitions en août réparties régulièrement suivant une période d'environ 108 ans.

A n'en plus douter, l'essaim des Perséides fait partie de l'amas de matière cosmique qui constitue la comète de 1862.

Cette grande découverte, suivie bientôt de plusieurs autres, en particulier de l'identification de l'essaim de novembre ou Léonides (parce que son point radiant est dans la contellation du Lion) calculée par M. Le Verrier avec la comète de Tempel, dont la période est de 33 ans, prouve que l'espace interplanétaire est rempli de matières météoriques réparties en anneaux et circulant comme les planètes suivant les lois de la gravitation annuelle ; il est même certain que le nombre de ces anneaux doit être beaucoup plus considérable qu'on ne pouvait le supposer au premier abord, car le nombre des points radiants d'étoiles filantes observés, signe certain de la rencontre d'une orbite avec la terre, est très nombreux ; or, le nombre d'orbites d'essaims que rencontre l'orbite terrestre doit être très petit par rapport à celui des orbites qui ne la rencontrent pas ; de sorte qu'on peut affirmer que les anneaux météoriques existent en nombre considérable et tous enveloppant le soleil qui occupe la place d'un de leurs foyers.

Ces résultats préliminaires étant bien établis, on conçoit que dans le voisinage même du soleil il doive exister un bien grand nombre de ces anneaux circulant avec une vitesse d'autant plus grande que leurs dimensions sont plus petites. (D'après la troisième loi de Képler, les carrés du temps des révolutions sont proportionnés aux cubes des grands axes.)

La lumière zodiacale, c'est-à-dire cette traînée lumineuse que le soleil montre après son coucher, pendant les soirées d'été, serait peut-être (1) la manifestation de ces essaims éclairés comme les comètes par les rayons solaires et situés dans des plans voisins, comme direction de celui de l'écliptique.

Les *gloires,* ou panaches lumineux, observés autour du soleil pendant les éclipses totales, représenteraient les plus denses et les plus lumineux de ces essaims voisins du soleil ; la forme elliptique de leur contour serait jusqu'à un certain point une vérification de cette hypothèse. L'anneau de Saturne pourrait, dans le même ordre d'idées, être considéré comme un amas de météorites, provenant de l'enroulement d'une comète autour de l'énorme planète (2).

Pour revenir au soleil, il est donc très vraisemblable que les anneaux des météorites l'entourent en très grand nombre et qu'ils finissent parfois par tomber partiellement sur le soleil. Ce serait là, suivant notre hypothèse, la cause occasionnelle des taches et, si l'on peut poursuivre

(1) Certains astronomes attribuent toutefois à la lumière zodiacale une origine terrestre, ayant la même cause que les aurores boréales, c'est-à-dire l'électricité des couches élevées de l'atmosphère.

(2) Dernièrement M. Hirn est arrivé à cette conclusion par une voie toute différente.

les conséquences de cette idée, on verra que les faits s'expliquent et que beaucoup d'anomalies bien constatées disparaissent.

Passons donc successivement en revue les diverses particularités que présentent les taches :

1° D'abord leur forme en entonnoir : la chute sur la surface fluide de ces masses arrivant avec une grande vitesse doit évidemment produire une dépression et un refroidissement, par suite une diminution d'éclat; voilà en gros l'explication de l'hypothèse de Wilson sur la cavité des taches et celle de la pénombre; l'apparence plus sombre du milieu de la tache provient de la mise à nu de la couche interne située au-dessous de l'atmosphère, couche dont l'existence est indépendante de la théorie que nous proposons.

Quant aux facules qui bordent les taches, ce seraient les parties les plus chaudes que les réactions chimiques produisent à l'arrivée de ces météorites dans la masse gazeuse et très chaude; quant à la grandeur des taches, elle doit évidemment être incomparablement plus grande que celle des météorites qui l'occasionnent, d'abord à cause de la volatilisation de leurs éléments et ensuite par la propagation des actions chimiques autour des points où la chute s'est effectuée. On peut donc dire que des masses de météorites relativement très faibles peuvent produire des taches d'une étendue considérable.

2° La périodicité décennale s'explique d'une manière si aisée qu'il est inutile d'insister longuement sur sa cause; il est probable que parmi tous les essaims qui s'approchent le plus du soleil, l'un d'entre eux, plus dense que les autres, sur une longue portion de son orbite ait une période de retour d'environ 10 ans 1/2; sans chercher à analyser d'une manière complète l'action de ce nouvel essaim, il est évident que sa présence modifiant profondément les conditions du mouvement des autres, doit produire soit un accroissement soit une diminution dans la chute des météorites sur la surface solaire. On reconnaît dans ce phénomène à la surface du soleil, l'analogue de la périodicité des *chutes extraordinaires* des autres planètes à la surface de la terre.

3° Les anomalies nécessaires de la trajectoire des taches deviennent une conséquence nécessaire de leur formation; la photosphère partiellement entraînée par la composante tangentielle de la vitesse des météorites, ne suivra pas exactement un parallèle, car généralement l'action sera oblique à cause de l'obliquité du plan des orbites; de là ces mouvements en latitude et ces accélérations en longitude, surtout aux premiers instants de leur formation, et qui doivent être différents suivant les essaims auxquels les taches doivent naissance.

4° La répartition inégale des taches sur la surface solaire provient également de l'obliquité de ces orbites; si tous les essaims étaient situés dans un même plan parallèle à l'écliptique, la chute des météorites ne devrait avoir lieu que dans ce plan, et par suite la zone des taches serait l'équateur solaire. Mais, comme on n'a aucun motif pour émettre une telle restriction, on doit supposer que les orbites sont diversement inclinées

sur le plan de l'écliptique; dès lors la chute des météorites doit avoir lieu de préférence au point de distance minimum, c'est-à-dire au périhélie de ces orbites, lequel sera en général en dehors de l'équateur; même en supposant la répartition uniforme des périhélies dans toutes les directions possibles, la probabilité de chute serait encore plus grande pour les zones élevées que pour l'équateur, zônes définies par la limite d'inclinaison des essaims.

Le fait que les zônes polaires sont dépourvues de taches tendrait à faire supposer qu'aucun des essaims n'a son orbite dans un plan bien incliné sur l'équateur solaire, ce qui n'a rien que de très vraisemblable, d'après les calculs de la mécanique céleste, qui prévoient la tendance de tous les corps du système solaire à rapprocher leur orbite d'un plan peu différent de l'écliptique.

Comme dernière preuve en faveur de la chute de météorites comme cause occasionnelle des taches, je citerai la formation par groupes et surtout la formation de taches en *chapelets,* ou encore la succession de taches nouvelles aux environs du point où une tache vient de s'effacer; on songe immédiatement à l'essaim de météorites rasant, pour ainsi dire, la surface solaire et laissant tomber un à un quelques fragments qui déterminent la formation de ces taches.

Cette considération même a une conséquence importante; s'il est vrai que l'essaim rase la surface du soleil avec une vitesse relative très faible, il doit décrire une trajectoire peu différente d'un grand cercle, faisant avec l'équateur solaire un angle qui mesure directement de l'orbite de l'essaim. Il en résulte que les différentes taches produites par le même essaim doivent être réparties non pas sur un même parallèle, mais sur des parallèles différents. Si l'on suppose développée la zone des taches, la trajectoire relative de l'anneau sera, pour ainsi dire jalonnée par la chute des météorites réparties suivant une courbe sinussoïdale. Cette vérification se rencontre d'une façon extrêmement nette dans le beau travail de M. Carrington (*Observations of solar spots*).

Je citerai en particulier les planches qui résument la répartition des taches suivant leur latitude héliographique (102, 102^{A}, 102^{B}) et celles qui représentent le développement continu de la surface solaire avec la position des taches la *plus favorable.*

Les planches les plus remarquables, sous le rapport des *alignements* des taches, sont les n^{os} 89 à 101, lesquelles correspondent à l'époque où le nombre des taches a paru passer par un maximum (1860-1861).

Les phénomènes observés pendant les éclipses de soleil, et que l'analyse spectrale rend visibles, *pour ainsi dire* à volonté, sans le secours des éclipses, apportent un contingent de vérifications dont je vais vous signaler les principales.

Vous savez que pendant les éclipses, lorsque la lune couvre entièrement le disque solaire, on aperçoit deux phénomènes particuliers : 1° des houppes brillantes ou gloires, qui rayonnent autour du soleil;

2° des espèces de flammes (proéminences), de couleur rosée, que les premières observations de ce bèau phénomène avaient fait comparer aux flammes des éruptions de volcans.

Ces proéminences se présentent surtout sur les zones riches en taches, comme si ces taches étaient le produit d'actions chimiques énergiques qui se développaient dans ces zones.

Rien de plus naturel alors que de considérer ces gloires comme l'illumination de ces essaims, et ces flammes comme l'une des manifestations de la chute de ces météorites sur la photosphère, c'est-à-dire la déflagration due au dégagement du gaz provenant de la décomposition de ces éléments.

Mais comment peut-on être sûr que ces proéminences, de couleur rosée, aperçues pendant les éclipses, sont des gaz incandescents, et comment peut-on avoir des indications sur la nature, et jusqu'à un certain point, sur la température de ces gaz? Ce sont précisément les questions auxquelles l'analyse spectrale sait répondre, et je vais, en peu de mots, vous faire comprendre le principe et l'importance de ces observations.

Vous savez ce qu'on appelle, en physique, un *prisme* : c'est un morceau d'un verre parfaitement transparent, taillé sur deux faces, suivant des plans parfaitement polis. Lorsqu'on regarde à travers un semblable prisme un objet éclairé par une lumière l lanche, l'objet n'apparaît plus dans la même direction et paraît coloré de plus vives couleurs; de plus, ses contours perdent toute netteté.

Cette apparence s'explique aisément lorsqu'on sait que le prisme dévie les rayons de lumière d'un angle variable avec la couleur : la lumière blanche étant composée d'une infinité de couleurs, tous les rayons sont étalés dans l'ordre suivant :

Rouge orangé, jaune vert, bleu indigo, violet.

Cette décomposition de lumière fournit une apparence que les anciens physiciens ont nommée *spectre lumineux*. Mais il existe des *lumières simples*, qu'on appelle ainsi parce que le prisme ne les décompose pas, c'est-à-dire ne les *étale* pas, par exemple la couleur jaune que le sel marin, ou en général les sels de soude, donnent aux flammes, la couleur rouge produite par les sels de lithium et ainsi de suite. Aussi, lorsqu'on examine l'une ou l'autre de ces flammes à travers un prisme, elles paraissent, il est vrai, déviées, mais leurs contours ne cessent pas d'être nets.

Cette propriété de donner des lumières simples est commune à toutes les vapeurs métalliques portées à l'incandescence. La manière de produire ces vapeurs incandescentes est très simple : il suffit de placer des métaux entre les deux charbons de la lumière électrique; la haute température qui se développe volatilise ces métaux et porte leur vapeur à une très haute température. C'est ce qui donne aux flammes des colorations diverses.

Si l'on se sert de cette lumière pour éclairer un objet quelconque, cet

objet, vu à travers un prisme, conservera la netteté de ses contours, mais on le verra multiple, c'est-à-dire qu'il se produira autant d'images nettes de l'objet qu'il y aura de couleurs simples dans la lumière employée. Voici comment on peut projeter l'expérience pour la rendre visible à tout l'auditoire :

Nous prenons une lampe électrique, dont les deux charbons portés à l'incandescence servent à éclairer une ouverture très étroite. A l'aide d'une lentille convergente nous projetons l'image de cette fente sur un écran blanc. Nous interposons un prisme qui dévie les rayons et en même temps transforme l'image blanche de la fente en une longue bande irisée, qui n'est autre que le *spectre* de la lumière électrique, c'est-à-dire de la lumière émise par un charbon incandescent.

Nous plaçons maintenant un morceau de *sodium,* c'est-à-dire du métal qui constitue des sels de soude. L'image de la fente est unique, de couleur jaune, même après réfraction, et les irisations ont disparu. C'est que, comme je l'expliquerai tout à l'heure, la vapeur de soude incandescente jouit de la propriété de n'émettre qu'une lumière simple.

A la place du sodium, nous allons mettre maintenant un morceau de zinc. Aussi, vous voyez cinq images de la fente : l'une rouge, les autres jaune, verte, bleue et violette. Cela tient à ce que la vapeur de zinc incandescente émet cinq espèces de lumières très brillantes, mais simples comme nature. Vous avez en même temps sous les yeux un exemple d'*analyse spectrale,* c'est-à-dire la production d'un spectre formé de raies brillantes caractéristiques du métal employé.

Pour compléter encore ces notions et faire une transition naturelle entre ces phénomènes d'optique et leur application à l'astronomie, je vais répéter la même expérience, en prenant, au lieu d'une fente, une ouverture annulaire qu'on a formée en traçant avec une pointe une circonférence sur une lame de verre enduite de noir de fumée.

La projection, à l'aide d'une lentille, vous représente cet anneau brillant. Le prisme en dévie l'image et l'estompe en l'irisant, lorsqu'on se sert de la lumière électrique qui est blanche. Mais si l'on introduit entre les deux charbons un fragment de zinc métallique, la lumière change de nature et vous voyez cinq anneaux qui empiètent plus ou moins les uns sur les autres, ce sont les cinq images de l'anneau produites principalement par les lumières simples de la vapeur de zinc incandescente.

Cette expérience est la représentation d'une observation faite, lors de la dernière éclipse de décembre 1871, par un astronome italien qui a bien voulu honorer notre Congrès de sa présence, M. Respighi. Il avait disposé un prisme devant l'objectif de sa lunette pour examiner le soleil au moment où le disque lunaire ne laissait plus apercevoir que le mince filet circulaire présentant ces flammes dont il est si important de déterminer la nature. Tant que le disque brillant du soleil a été partiellement visible, l'appareil ne pouvait servir ; l'image du soleil était allongée sous forme d'un spectre, sans aucun contour net; mais dès que le filet circu-

laire est resté seul, M. Respighi a pu vérifier, pour ainsi dire d'*ensemble*, les faits que MM. Janssen, Rayet, Herschell avaient découvert lors de l'éclipse de 1868; il aperçut quatre images très nettes du filet circulaire, l'une rouge, l'autre jaune, la troisième bleu verdâtre et la quatrième violette. Il distinguait dans chacune d'elles non seulement les protubérances, mais encore la couche très mince de même nature qui enveloppe le soleil et qui a été nommée *chromosphère*. Il a même pu également constater la présence d'un anneau estompé formé d'une lumière monochromatique verte, représentant la *couronne* formant l'illumination circumsolaire.

Ainsi, le soleil est enveloppé d'une couche gazeuse incandescente très tourmentée que l'éclat du disque nous empêche d'apercevoir.

Quant à la nature de cette couche, la nature même de ces quatre lumières nous les fait connaître : c'est du gaz *hydrogène* incandescent. C'est ce qu'on vérifie en analysant la lumière qu'on obtient en faisant jaillir une étincelle électrique à travers de l'hydrogène. Malheureusement l'expérience n'est pas aussi facile à projeter que celles qui viennent d'être mises sous vos yeux; je ne vous la montrerai donc pas; mais l'expérience faite avec la vapeur de zinc reproduit si exactement l'apparence du spectre de l'hydrogène, que vous pouvez vous considérer comme ayant une idée très complète du phénomène observé par M. Respighi.

Après ces descriptions, je n'ai pas besoin d'insister longuement sur les procédés ni sur les appareils qu'emploient les astronomes pour faire l'analyse spectrale de la lumière, des taches et des facules; vous en avez compris les principes : les résultats sont de tous points conformes à l'hypothèse que je vous ai développée.

Par exemple, d'après les observations des spectroscopistes anglais et italiens, les taches seraient des dépressions remplies de vapeurs relativement plus froides que la photosphère et animées d'un *mouvement descendant*.

Cette particularité paraît au premier abord ne devoir pas être mise en évidence par le spectroscope; mais comme l'a indiqué depuis longtemps M. Fizeau (1), le mouvement d'une source de lumière change légèrement la réfrangibilité des rayons qu'elle émet, de même que le mouvement d'une source sonore change la hauteur du son perçu par un observateur immobile. Chacun de nous a pu faire cette remarque en écoutant dans un train en mouvement le sifflet de la locomotive d'un train croiseur; le son aigu avant le croisement devient notablement plus grave après le croisement. C'est ainsi que la spectroscopie a fourni des notions qui semblaient inaccessibles à nos moyens d'observation.

Quant aux facules qui bordent les taches, ce sont des siéges d'éruptions de gaz lancés avec une très grande vitesse, dont le spectroscope permet d'apprécier la grandeur et la direction.

(1) *Bulletin de la Soc. Philomathique de Paris*, 1849.

En résumé, voici ce que nous conclurons de ce rapide examen des faits relatifs à la constitution solaire :

Le soleil peut être considéré comme une masse en fusion à une température élevée, dont la surface est semblable à celle d'un bain de métal fondu; au-dessus flottent des vapeurs incandescentes (photosphère) dont le spectroscope nous fait apercevoir la nature, la disposition et les mouvements. Ces vapeurs appartiennent aux métaux; elles sont superposées par ordre de densité; on trouve, en effet, à la base à peu près toutes celles des métaux usuels, puis au-dessus celles des métaux volatils, le magnésium, le sodium, puis l'hydrogène; cette dernière couche, plus apparente, a été désignée sous le nom de chromosphère.

De temps à autre, des masses météoriques tombent sur sa surface, y produisent de véritables remous qui nous apparaissent sous forme de taches; ces taches sont centre de refroidissement, entourées d'éruptions gazeuses qu'on peut attribuer soit aux décompositions des météorites, soit à des actions chimiques sur lesquelles il serait peut-être téméraire de formuler une explication. Ces projections gazeuses constituent les protubérances découvertes dans les éclipses de soleil, et qu'on observe maintenant chaque jour grâce à la méthode spectroscopique imaginée par M. Janssen et peu après par M. Lockyer.

Les actions chimiques et physiques qui accompagnent ces chutes de météorites doivent évidemment modifier l'état électrique du soleil; c'est là vraisemblablement la loi observée tant de fois entre les perturbations magnétiques et les éruptions solaires.

En résumé, dans cette rapide esquisse des faits qui se rattachent à l'étude de la constitution solaire, j'ai cherché à vous donner une idée générale des liens qui unissent des phénomènes au premier abord si étrangers les uns aux autres : le but que je m'étais proposé sera rempli si j'ai pu inspirer à quelques-uns d'entre vous le désir d'approfondir les questions que je n'ai fait qu'effleurer, et si dans l'imagination de tous j'ai pu faire saisir la fécondité des aperçus et la grandeur des horizons nouveaux que les récentes découvertes de la science ont ouverts à l'activité humaine.

M. E. LEVASSEUR,

Membre de l'Institut.

Sur la Géographie commerciale.

(Conférence du 12 Septembre 1872.)

MESSIEURS,

Mes premières paroles doivent être l'expression d'un regret qui m'est tout personnel, et en même temps de félicitations qui s'adressent à tous les membres actifs du Congrès. A Paris et ailleurs, plusieurs savants

pensaient qu'il était bon de tout temps, qu'il était particulièrement bon dans ces circonstances terribles où la France a besoin de rassembler toutes ses forces et de se régénérer par le travail intellectuel, de réunir en un faisceau les hommes d'étude, dont le plus grand défaut, en France, est de vivre trop souvent isolés; de les fortifier par le contact, afin que de ce contact naquît la lumière; de créer entre des hommes que l'espace sépare, mais que doit rapprocher naturellement la communauté d'études, des liens qui, une fois formés, durent ensuite, malgré la distance, et sont profitables aux progrès de la science; de susciter enfin quelques vocations nouvelles pour ceux qui seraient tentés de s'attarder dans la solitude et le découragement. Ces savants ont tenté de réaliser cette idée, en suivant l'exemple d'un peuple voisin, qui nous avait devancés dans cette voie. Ils ont essayé de créer une Association qui serait l'*Association française pour l'avancement des sciences,* à l'imitation de la *British Association.*

J'avais quelque peu participé à cette fondation; j'espérais prendre une part active aux travaux de la première session et recueillir ma part de profit dans cet échange d'idées. Un autre devoir plus impérieux m'a privé de ce plaisir. J'étais fort loin d'ici, à Moscou, le jour même où s'ouvraient à Bordeaux les séances de l'Association française. Je me suis hâté d'accourir, afin de payer au moins, à la dernière heure, la dette que j'avais contractée, et d'affirmer tout l'intérêt que je porte à cette institution nouvelle.

Mon absence me donne un privilége dont j'userai, Messieurs. Membre actif de l'Association, je n'aurais pas osé exprimer un jugement public sur des travaux auxquels j'aurais participé. Devenu, par la force des circonstances, étranger à ce qui a été fait durant cette session, je puis exprimer des félicitations; je puis, sans être taxé de vanité, non porter un jugement personnel sur le Congrès, mais redire tout le bien qui en a été dit, et vous rapporter les témoignages que j'ai recueillis de plusieurs bouches. Le succès a couronné nos efforts. Cette session a été utile, brillante même à plus d'un titre, et l'œuvre qui n'était encore, il y a deux semaines, qu'une pensée généreuse animant une centaine d'hommes de bien, l'œuvre qui pouvait échouer, comme échouent tant de pensées généreuses qui ne viennent pas à leur heure, qui ne rencontrent pas les circonstances et les hommes nécessaires à la réussite, cette œuvre est aujourd'hui un fait qui restera dans les annales de la science. Après la session qui a eu lieu, nous pouvons être certains maintenant que l'Association vivra.

Je vous demande la permission d'adresser des félicitations, et à ceux qui ont été les premiers membres fondateurs et les premiers organisateurs de cette Association, et à ceux qui ont su, par leurs travaux et leur parole, animer les séances de cette session, dont ils ont, les uns et les autres, assuré le succès. Laissez-moi féliciter aussi la ville et la municipalité de Bordeaux. Comprenant la pensée qui nous inspirait tous, Bordeaux s'est empressé de demander à l'Association de tenir dans

ses murs le premier congrès; elle lui a donné une généreuse et large hospitalité. Bordeaux aura l'honneur (permettez-moi, aujourd'hui, après l'événement, d'employer cette expression), l'honneur, dis-je, de voir son nom indissolublement uni à la fondation de l'Association française pour l'avancement des sciences.

Messieurs, si j'avais pu assister et concourir à vos travaux, j'aurais eu beaucoup à apprendre dans toutes les sections; mais il en est une à laquelle je me serais particulièrement attaché, parce qu'en y apprenant j'aurais pu moi-même apprendre quelque chose aux autres, ou du moins solliciter ou stimuler quelque activité; je veux parler de la section de géographie, d'économie politique et de statistique.

Nous avons beaucoup à faire en géographie (car c'est de géographie que je compte vous entretenir); les savants l'ont dit et redit. Longtemps on les a très peu écoutés; mais le malheur est une grande école, et nous nous sommes instruits à l'école du malheur. Il faut profiter des cruelles leçons que les événements nous ont infligées. Nous avons appris déjà à mépriser moins cette étude de la géographie, dont nous avions fait jusqu'ici très peu de cas; nous savons maintenant que parmi les lacunes de notre éducation, la géographie est une des plus importantes et des plus dangereuses. Ce n'est pas d'hier que date le mal. Nous avons toujours eu le défaut de ne pas savoir la géographie. A quelles causes faut-il attribuer notre ignorance proverbiale en cette matière? A notre amour pour la vie d'intérieur? à notre attachement au sol natal? Sans doute; mais aussi à des sentiments moins louables : à notre vanité, à notre dédain d'autrui et de ce qui se fait chez autrui. Il faut ajouter que nous avons toujours été encouragés sur ce point par la flatterie, par les gâteries des peuples étrangers. On voulait tant visiter la France! On parlait si bien le français à l'étranger! Dès lors, à quoi bon aller voir chez eux ceux qui d'eux-mêmes venaient chez nous? à quoi bon apprendre la langue de ceux qui s'empressaient de parler la nôtre? Si, par aventure, quelques Français voyageaient hors des frontières et ne pouvaient se faire entendre : « Est-ce que, disaient-ils, nous serions chez des Barbares? »

Ce sentiment, autrefois, a eu sa raison d'être. Il fut un temps, en effet, où la langue française était la plus parlée en Europe, était la langue universelle des salons. A une époque de prodigieux développement pour notre littérature, au dix-septième siècle, et peut-être plus encore au dix-huitième siècle, il en fut ainsi. Oui, le français était alors la langue de la majorité des hommes appartenant aux peuples civilisés : je veux désigner, bien entendu, les peuples de la civilisation occidentale, et il n'est pas question ici des Chinois. Il n'y avait pourtant à cette époque, Messieurs, que 30 millions d'hommes parlant le français à la fois en Europe et en Amérique. La population s'est accrue depuis; mais alors ni les Anglais, ni les Allemands n'atteignaient ce chiffre; ils étaient les uns et les autres moins nombreux que les Français. Tout cela, depuis, a bien changé. Il y a plus de Français qu'autrefois; bien que notre race

se développe trop lentement, elle atteint dans le monde le chiffre de 45 millions. Mais savez-vous quel est le nombre d'hommes qui parlent l'allemand, tant en Europe qu'en Amérique? Il y en a 60 millions. L'Angleterre s'est plus développée encore; grâce à l'expansion rapide de sa race et de sa civilisation en Amérique, elle compte 75 millions d'hommes parlant aujourd'hui sa langue. Ces peuples, qui ont grandi, ont pour eux le nombre; ils ont remué des idées, agité les problèmes sociaux; ils sont entrés autant et aussi bien que nous dans le grand courant du progrès et de la science. Dès lors, ils ont cru qu'ils avaient le droit de s'exprimer dans leur propre langue. La langue française n'est plus la langue universelle. Aux esprits éclairés de parler plusieurs langues, pour pouvoir tout comprendre, pour être compris eux-mêmes et rester à la hauteur de tous les peuples civilisés.

Eh bien! ce que je dis des langues étrangères que nous devons apprendre, on peut le dire tout aussi bien de la géographie, qui est une autre manière et n'est pas la moins bonne de pénétrer, pour ainsi dire, dans une société voisine. Aujourd'hui, l'opinion à cet égard s'est bien modifiée. Ce qu'on dédaignait il y a deux ans, on l'apprécie, on veut à tout prix le faire pénétrer dans l'éducation. Dans les régions officielles, la cause de la géographie est gagnée, vous le savez de reste. Mais ce ne serait rien encore que d'avoir converti un gouvernement ou un ministère, si l'opinion publique ne l'était pas aussi. On n'aurait fait qu'une œuvre passagère et stérile, en obtenant un règlement, un décret ou une loi nouvelle en faveur des études géographiques, si l'on n'avait en même temps su conquérir les esprits et les mœurs à cette grande idée de l'importance qu'il y a pour tout homme à devenir, par la science géographique, comme le citoyen du monde.

Le jour où la majorité des Français comprendra qu'il ne leur est pas permis de rester étrangers au reste de l'univers, une œuvre importante et durable aura été accomplie; et elle ne profitera pas seulement à nos intérêts personnels ou à la fortune publique, mais elle assurera encore, avec notre développement intellectuel, le salut et la grandeur de notre patrie.

Il faut, Messieurs, que je m'explique sur les études géographiques. Je n'entends point par là une aride nomenclature. La géographie ainsi comprise ne donne pas grand'chose à la jeunesse; elle la fatigue, sans faire sur elle d'impression profonde, je dirai d'impression morale. Nous voulons que, sous ce mot de géographie, on comprenne sans doute l'étude physique et qu'on la fixe par quelques noms propres; mais ce n'est là rien encore : il faut arriver à comprendre, à aimer la nature, à en saisir les nuances infiniment variées, à en voir, par l'imagination au moins, les admirables aspects. Et alors il faut aller plus loin. Il faut savoir comment l'homme s'est approprié les richesses que lui fournissait la nature : ici, le fer et la houille, là les métaux précieux; comment il a profité des climats, a fécondé le sol par son travail, l'a transformé, approprié aux diverses cultures; comment, par l'activité

industrielle et le commerce, il a créé, développé, répandu sa richesse; comment, à la longue, se sont formées des sociétés nombreuses, prospères, capables enfin de s'élever jusqu'aux nobles loisirs de l'intelligence. Telle est, Messieurs, la géographie telle que nous la comprenons aujourd'hui. Mais j'ai tort de dire aujourd'hui; car dès les débuts de ce siècle, de grands savants comme Cuvier et Elie de Beaumont ont su faire l'intelligence des œuvres de l'homme par l'intelligence des œuvres de la nature.

Messieurs, j'étais encore, il y a quelques jours, à Saint-Pétersbourg, et pendant nos études du Congrès de statistique, au milieu des réceptions magnifiques qui nous ont été offertes dans les trois capitales de l'empire russe, je cherchais, dans le court espace de mon passage, à étudier de mon mieux ce peuple qui travaille avec une intelligente activité à sa propre transformation et a déjà obtenu à cet égard les plus remarquables résultats. Sans doute, il y a en Russie, et sous ce titre peu exact de *Peuple russe,* plusieurs sociétés très différentes, séparées même les unes des autres par de véritables abîmes; et il faudra plusieurs générations pour donner aux nations juxtaposées, aux classes très tranchées qui composent ce vaste empire, une éducation générale et commune. Mais il est certain que les classes supérieures, que la société éclairée montrent en Russie un zèle de réformes, une ardeur de savoir, une aptitude au progrès, qui m'ont plus d'une fois vivement étonné, alors même que je ne cherchais pas encore les raisons de cette ouverture singulière d'esprit. Les Russes la doivent, avant toute autre chose, à la facilité avec laquelle ils parlent, non pas naturellement, bien entendu, mais par un remarquable effort d'éducation, toutes les langues de l'Europe civilisée. Je ne pouvais me lasser d'admirer ces prétendus barbares qui, après s'être adressés à leurs gens dans la langue du pays, répondaient sans peine à un Français dans la langue de Voltaire, pour parler sans peine, bientôt après, allemand avec un Allemand, anglais avec un Anglais.

Ce n'est pas tout. Les Russes ont encore une facilité incomparable à connaître ce qui se passe au dehors, une puissance inouïe d'assimilation. C'est là, pour eux, une grande force, à côté de plusieurs causes de faiblesse, il est vrai. Avantage immense que nous n'avons pas, le Russe voyage avec une incroyable facilité : il voyage pour ses affaires et par intérêt; il voyage pour fuir, dans la saison d'hiver, les rigueurs de son climat; il a sans cesse l'occasion de se déplacer, de connaître par expérience, de voir par lui-même et de ses propres yeux un monde qu'il n'aurait pas le loisir d'étudier. Ne l'oublions pas, l'empire russe, pris dans son ensemble, est deux fois plus grand que toute l'Europe. Or, tout officier (et en Russie, Messieurs, tout employé est officier) a résidé dans le Caucase, pour aller habiter ensuite la Sibérie et passer plus tard de Varsovie au Turkestan, aux bords de la mer Blanche ou aux rives de l'Amour. C'est ainsi qu'il connaît sans peine le monde asiatique, qu'il est familiarisé, par la vie pratique, avec la météorologie, la bota-

nique, la configuration physique, les productions diverses et les routes de chaque pays, avec les plus étranges spectacles de la nature comme avec les mœurs et les institutions des peuples les plus dissemblables.

Il y a quarante ans, Messieurs, malgré les travaux de Ritter et de Klaproth, les plus grandes incertitudes régnaient encore sur la figure exacte des terrains qui bordent le grand plateau central de l'Asie. Eh bien ! les Russes fouillent en tous sens ces vastes portions du globe. J'étais surpris de voir indiquées sur leurs cartes une foule de régions, grandes chacune comme le bassin de la Garonne, et qui nous sont totalement inconnues. Les Russes les ont parcourues, étudiées au point de vue des productions, de la population, de la race; ils les ont mesurées trigonométriquement. Chaque fois qu'ils font un pas en avant, ils envoient dans le canton nouvellement reconnu une garnison et un officier. La garnison occupe le pays et le garde; l'officier en lève la carte, en décrit la faune, la flore, la géologie, les ressources, tout ce qui enfin peut intéresser la géographie. Aussi, les Russes sont-ils, avec les Anglais, ceux de tous les peuples qui ont accompli les plus grandes conquêtes géographiques.

Est-ce par désintéressement? Non, sans doute. Les Russes veulent s'assurer, dans les contrées qu'ils découvrent, ou plutôt qu'ils reconnaissent, les routes de guerre, et surtout les routes de commerce : tel est leur but principal. Non qu'ils soient près de menacer, comme on le répète, les possessions anglaises de l'Asie méridionale : je ne le crois pas. Mais ils enserrent peu à peu, par le Caucase, le Turkestan et la Sibérie, l'Asie centrale, qu'ils révèlent à l'Europe, et dont ils prennent possession aussi vite que les conditions du climat, l'éloignement et la nature de l'organisation politique le leur permettent. Taschkend est déjà une grande ville russe de plus de dix mille habitants, Koulja et Khokand le seront peut-être un jour. Entre ces villes, ils ont tracé des routes qui iront bientôt à Kachgar, par delà les monts Bolor. Pourquoi tous ces efforts, Messieurs? Pourquoi de si rapides succès? Parce que les Russes ayant un intérêt direct à la possession de l'Asie intérieure, sont favorisés dans leur marche progressive par la situation même de leur empire. Maîtres des principales routes de commerce qui, par Irbit, Jekaterinbourg, Nejni-Novgorod, mènent d'Europe en Asie, ils sont arrivés naturellement à l'embouchure des grands fleuves dont ils remontent aujourd'hui le cours. Ainsi, ils touchent aux sources de ces longues artères fluviales; ainsi, ils ont presque mis le pied sur le plateau central du continent asiatique.

Si je vous ai parlé des Russes, Messieurs, si en Russie même j'étudiais le pays et ses habitants, c'était pour reporter ma pensée vers ma patrie. Nous, Français, nous n'avons point d'Asie à conquérir. L'Asie continentale appartient naturellement à l'Orient de l'Europe, à la Russie. Nous appartenons, au contraire, à l'Europe occidentale, et c'est vers l'Occident du monde que nous devons avoir les yeux fixés. Sauf la Cochinchine, où nous avons une place restreinte, il est vrai, mais nulle-

ment à dédaigner; à part l'Algérie, dans laquelle nous sommes parvenus aux limites de l'occupation utile, et où nos efforts doivent viser non à étendre nos possessions, mais à les coloniser, — c'est dans l'Occident, et dans l'Occident seulement, que nous pourrons jouer une partie du rôle commercial que la Russie remplit à l'Orient. En face de nous, de l'autre côté de l'Atlantique, nous avons l'Amérique; nous sommes réellement, grâce à la mer, beaucoup plus près de New-York que Saint-Pétersbourg ne l'est de Tomsk ou d'Irkoutsk; tant il est vrai que l'Océan unit et rapproche beaucoup plus qu'il ne divise.

En Occident, nous avons donc à accomplir une œuvre analogue à celle des Russes. Je me trompe : en Occident, nous avons seulement notre ancienne place à reconquérir, non par les armes, certes, mais par la colonisation et les relations commerciales. Il fut un temps, en effet, après le quinzième siècle et la découverte du Nouveau-Monde, où la France prit sa large part d'influence en Occident. A côté des Espagnols, établis dans l'Amérique centrale, le Pérou et le Mexique; à côté des Portugais, maîtres du Brésil; près des Anglais, qui s'étaient emparés de la Virginie, — la France possédait de vastes territoires qui s'étendaient de l'embouchure du Saint-Laurent à celle du Mississipi et s'appelaient d'un beau nom : la Nouvelle-France. Ces domaines, nous les avons perdus lors de la guerre de Sept-Ans, vous le savez; j'ajoute que très probablement, en supposant même que cette guerre désastreuse n'eût pas eu lieu, nous les aurions perdus quand même, comme l'Angleterre a perdu ses colonies américaines. Toutefois, l'influence anglaise a subsisté dans ce pays. Qu'est devenue la nôtre? Au Canada, un million d'habitants aujourd'hui encore parlent français, et il y en a quelques autres dans la Louisiane. Mais sur les bords de l'Ohio, vous pourriez en vain chercher la trace de nos colonies, les plus anciennement fondées pourtant: A peine si quelques familles de Columbus et de Cincinnati, submergées sous le flot croissant de la colonisation américaine, allemande ou anglaise, se rappellent que leurs ancêtres jadis étaient des Français et parlaient notre langue.

Après tout, Messieurs, ni les Américains, ni les Allemands, ni les Anglais, ni les Irlandais, ne sont nés maîtres de cette terre. Ils l'ont prise par l'occupation pacifique, par le travail, la culture, l'industrie; et, dans les soixante millions d'Allemands que je vous citais tout à l'heure, je comptais ceux de l'Amérique, établis justement aujourd'hui sur les bords de l'Ohio et du Mississipi. Par le courant continuel de l'émigration, ces Allemands ont créé là pour leur race une source féconde de richesses, comme aussi ils ont acquis pour elle une grande influence politique dans le sein de l'Union américaine. Nous avons pu le constater par le langage et l'attitude du gouvernement des États-Unis, lors des récents événements. Prenons donc exemple sur les Allemands. Si nous n'avons pas réussi à conserver dans l'Occident du monde l'importance qu'ils viennent d'y conquérir, c'est que nous n'attachons pas une importance suffisante à nos émigrants et à nos colonies. Est-ce qu'il nous

serait impossible d'imiter nos voisins? Et pourquoi déserterions-nous notre drapeau, noblement porté par les deux îles Martinique et Guadeloupe, dont les noms se rattachent aux plus glorieux souvenirs de notre histoire coloniale ?

Vous savez, à Bordeaux, Messieurs, mieux que partout ailleurs, quels liens étroits nous unissent à l'Amérique. Pour ma part, je recherchais dernièrement quelle était l'importance de nos relations commerciales avec cette partie du monde. Elle est considérable. Immédiatement après les pays qui enveloppent nos frontières, après l'Angleterre, la Belgique la Suisse et l'Italie, et même avant l'Espagne, au premier rang, en un mot, de notre commerce lointain, se place une grande nation, celle des États-Unis. Elle figure dans l'importation et l'exportation de notre patrie pour la somme de 360 millions. Et si l'on additionne les chiffres de notre commerce avec les pays d'Amérique, y compris nos colonies, mais en laissant de côté les États-Unis, on obtient la somme vraiment importante de 670 millions passés. C'est donc un chiffre imposant de plus *d'un milliard* de francs qui représente nos relations avec le Nouveau-Monde pris dans son ensemble.

Ce commerce est fondé en partie par ce que j'appellerais des *nécessités*. Nos vins, l'étranger ne les aura jamais. De même aucun pays, de longtemps au moins, n'aura l'avantage de fournir de modes l'univers entier. A côté de ces deux sortes de supériorité, nous en avons quelques autres. C'est là ce qui constitue la partie immuable de notre commerce. Mais les chiffres presque invariables de ce genre de transactions sont loin de constituer notre commerce total. Il est un autre commerce fondé sur la concurrence, le bon marché, la multiplicité des relations, la connaissance des goûts, la promptitude à approvisionner. C'est le grand commerce pour lequel toutes les nations civilisées, en dehors de tout monopole, sont appelées à se disputer un terrain toujours disputable.

Dans ce commerce de concurrence, Messieurs, le succès dépend de deux conditions essentielles, que je vous demande la permission d'indiquer. La première est de bien connaître les pays, les marchés, les voies de communication, les produits qu'il faut exporter, ceux qu'on peut prendre en échange. Il y a là encore certaines parties immuables et fixes. Mais combien, en revanche, changent journellement, surtout dans ces pays nouveaux d'outre-mer qui se développent sous nos yeux avec une prodigieuse rapidité! Est-ce qu'il y a vingt ans, quinze ans même, les routes de commerce de l'Amérique étaient celles que l'on suit aujourd'hui! Connaissait-on alors les grands services de bateaux à vapeur? Avait-on seulement l'idée de cet entrepôt central de Saint-Thomas, d'où rayonnent de tous côtés les paquebots vers les côtes des Antilles et de l'Amérique centrale? Pouvait-on soupçonner le chemin de fer du Pacifique, qui a accru l'importance de San-Francisco jusqu'à en faire le premier port de ces mers lointaines? Le chemin de fer de Panama existait-il? Et qu'adviendra-il lorsque; je ne parle pas du canal des deux mers (pour ceux qui ont quelque connaissance de l'isthme américain, la réali-

sation de ce projet paraît éloignée encore), mais qu'adviendra-t-il, lorsque le chemin de fer de *Guatemala,* celui de *Rosario,* qui, par Mendoza, doit franchir les Andes et aboutir dans le Chili, à Santiago, — lorsque, dis-je, ces voies nouvelles seront tracées et ouvriront tout à coup au commerce européen des débouchés qui lui étaient jusqu'ici en grande partie fermés? De tels changements, Messieurs, doivent être à l'avance étudiés et connus. A mesure que les routes commerciales se déplacent ou se prolongent de la côte orientale à la côte occidentale de l'Amérique, il faut être prêt à en profiter. Les ports d'Occident, et Bordeaux en particulier, ont le plus grand intérêt à rester exactement informés de ces variations de la géographie commerciale. De même que la Russie est à l'embouchure des grands fleuves dont les hautes vallées conduisent à l'Asie centrale, la France, par l'Océan, est à l'embouchure aussi du courant immense qui draine, pour ainsi dire, vers l'Europe tous les produits du Nouveau-Monde. C'est aux négociants à s'emparer de cette large voie; c'est à la science à leur en montrer l'étendue et la direction.

Une seconde condition, Messieurs, pour réussir dans le commerce de concurrence, est d'avoir dans les contrées lointaines des représentants qui aient habité le pays, qui le connaissent par expérience, et puissent fournir aux négociants ces renseignements spéciaux et pratiques que la science la plus minutieuse ne peut donner. Pourquoi, dans nos relations avec l'Amérique, le premier rang, après les Etats-Unis, appartient-il à un Etat dont la population est relativement petite, et en tout cas inférieure à celle du Brésil? Pourquoi la Plata (j'entends par là la Confédération argentine et l'Uruguay) figure-t-elle à elle seule pour la somme de 256 millions sur les 670 de notre commerce avec les pays du Nouveau-Monde autres que l'Union? Pourquoi nos relations sont-elles si actives avec Buenos-Ayres et Montevideo? C'est parce que notre patrie a des représentants à la Plata. Là, en effet, se porte le courant de la plus grande partie de l'émigration française; et vous savez que vos enfants, vos voisins les Basques des Pyrénées, s'y dirigent de préférence. En 1870, le nombre des émigrants pour cette direction a été de 2,500. Ne croyez pas cependant que les Français occupent le premier rang parmi les colons de la Plata : ils viennent après les Espagnols et les Italiens; mais ils sont plus nombreux que les Allemands et les Anglais. Cela suffit.

La communauté de goûts, d'idées, d'échanges, de besoins, a créé dans cette région un noyau de population française qui va grandissant. Il en résulte pour nos maisons de commerce de France une facilité particulière à y trouver des agents, et il n'est point surprenant qu'elles soient représentées là plus aisément qu'à Cincinnati. Ayons donc à l'étranger des représentants et n'oublions pas que le moyen d'en assurer à notre commerce sera toujours de créer, par l'émigration, des familles françaises qui se projettent au delà des mers comme autant de rameaux détachés de la grande souche nationale.

Messieurs, la France est riche, très riche par son sol, son agriculture. Il suffit d'avoir traversé même rapidement l'Europe, comme je viens de le faire, pour en être convaincu, pour être frappé de la différence qu'il y a, par exemple, entre les contrées du nord et notre patrie. La France est riche aussi par son industrie, qui vient immédiatement après celle de l'Angleterre et de la Belgique. Que lui manque-t-il donc? Je vais vous le dire : l'esprit d'entreprise commerciale, le génie des affaires lointaines, l'initiative audacieuse. Nos manufacturiers sont timides; ils redoutent la concurrence; ils sont portés à réclamer la protection du gouvernement; ils redoutent de se hasarder sur les marchés étrangers. Ils ont peur d'un terrain qu'ils ne connaissent pas.

C'est à nous de réagir de toute notre énergie contre cette ignorance et cette timidité; à nous de les combattre par les moyens les plus efficaces comme les plus pacifiques, par la science. Faisons que le Français connaisse le monde, ce domaine de l'homme que le dix-neuvième siècle, plus que tout autre, aura la gloire d'avoir découvert. Faisons en sorte qu'il ne soit étranger à aucun des grands intérêts qui l'agitent; qu'il s'habitue un peu plus, sans rien perdre de l'amour de la patrie, à savoir qu'on peut la servir et servir ses intérêts personnels en allant chercher au loin le travail et quelquefois la fortune. Alors nos colons répandront au loin la langue, les idées, l'influence de la France, noueront des relations de toute sorte qui seront autant de bienfaits pour notre pays.

L'étude de la géographie bien comprise peut conduire, Messieurs, à ces heureux résultats. C'est pourquoi, dans le premier Congrès de notre Association, j'ai voulu placer cette idée sous le patronage des savants qui la composent, comme sous le patronage de la ville de Bordeaux, qui comprend toute l'importance d'une science à laquelle elle vient de faire une place dans son École *professionnelle*. Si je vous ai persuadé qu'il y a là un intérêt de premier ordre pour la France, je croirai avoir accompli ce soir, avec vous, Messieurs, une œuvre vraiment utile et patriotique.

EXCURSIONS

Excursion à Arcachon.

(7 Septembre 1872.)

Le bassin d'Arcachon, véritable petite mer intérieure de plus de cent kilomètres de circonférence, était le but de la première excursion que devaient faire les membres de l'Association française pendant la durée du Congrès de Bordeaux.

Les sujets d'étude que présentait cette excursion sont des plus variés : aussi, lors de l'arrivée dans la ville d'Arcachon, les excursionnistes durent se séparer, et les divers groupes se dirigèrent vers les points où ils espéraient rencontrer des sujets d'étude plus spécialement en rapport avec leurs goûts ou leurs études.

L'ostréiculture est la véritable industrie du pays, et les parcs aux huîtres de MM. Grangeneuve et Dasté et de M. Austchitzky, qu'on alla visiter en détail, permirent de se rendre compte à la fois et de l'importance des résultats déjà acquis et des procédés employés pour mener à bien la culture de l'huître. Nous ne nous arrêterons pas à décrire les parcs et les travaux auxquels leur exploitation donne lieu ; nous ne pouvons faire mieux que de renvoyer à cet égard aux communications présentées au Congrès par MM. L. Soubeiran (1) et Austchitzky (2).

Les excursionnistes qui s'occupent spécialement de botanique purent étudier sur divers points du littoral du bassin, et particulièrement au cap Ferret, de nombreuses espèces spéciales aux rivages maritimes, dont quelques-unes ne se trouvent que dans le Sud-Ouest de la France. Il y aurait eu lieu également, si le temps l'avait permis, de s'occuper d'algologie ; on trouve, en effet, dans les environs d'Arcachon quelques algues présentant un réel intérêt.

L'étude de la partie orientale de la baie d'Arcachon présentait pour les géologues des particularités importantes à signaler : d'une part, l'affaissement notable que le sol du pays de Buch a dû subir à une époque très éloignée et probablement préhistorique ; et d'autre part, le bourrelet des dunes qui forme une défense naturelle contre les envahissements de la mer. On sait que ces dunes, sous l'action du vent, subissaient un déplacement annuel, qu'elles avaient envahi plusieurs villages et menaçaient la Teste et le pays environnant d'un ensevelissement

(1) Voir dans ce volume, p. 614.
(2) Voir dans ce volume p. 619.

semblable, lorsque par les plantations de pins qu'il fit exécuter sur une grande échelle, Brémontier arrêta leur marche; l'idée de cet habile ingénieur fut poursuivie, et l'on parvint à fixer les dunes, en même temps qu'on créait des forêts qui sont une source de richesses pour le pays.

Les zoologistes, sous la conduite d'un naturaliste distingué, M. Lafont, dont le concours fut des plus utiles pour la réussite de l'excursion, purent se rendre compte de la faune du bassin d'Arcachon, qui présente ce caractère singulier de réunir en même temps que des animaux marins des zones septentrionales, de nombreuses espèces que pendant longtemps on avait cru spéciales à la Méditerranée. Quelques excursionnistes poussèrent jusqu'au *grand banc,* pour chercher l'*Amphioxus lanceolatus*, et firent une abondante récolte de cet animal bizarre qui semble former le passage entre les vertébrés et les annélides.

Les membres du Congrès s'étaient donné rendez-vous à l'Aquarium d'Arcachon. On sait que cet établissement, outre une galerie spéciale, qui comprend les objets divers intéressant l'industrie du bassin et qui se complètera avec le temps, renferme des bassins où l'on peut observer et étudier les animaux marins. Cet Aquarium, dû à l'initiative privée, a déjà rendu des services; il offre des ressources précieuses aux travailleurs (c'est là que M. le Dr Jobert a fait ses recherches sur les organes du toucher des poissons) (1), et il mérite des encouragements sérieux qui, il faut l'espérer, ne lui manqueront pas et auxquels l'Association française voudra sans doute prendre part.

Les excursionnistes ne quittèrent pas Arcachon sans faire une promenade dans cette pittoresque station de bains de mer : les châlets disséminés au milieu des arbres, la verdure s'avançant jusque sur le rivage, le panorama délicieux que l'on voit de divers points et de la grève même, tout concourt pour faire de cette ville une importante ville d'eau. Enfin, la facilité des communications avec Bordeaux lui assure de nombreux visiteurs, et nombre de Bordelais y vont passer la belle saison.

Le retour se ressentit de l'attrait de ce charmant pays, et tandis que quelques membres rentraient dîner à Bordeaux, d'autres prolongeaient leur séjour et prenaient seulement le dernier train pour rentrer en ville.

Pendant que la plupart des membres du Congrès s'étaient rendus à Arcachon, quelques autres étaient allés visiter les réservoirs à poissons de M. Douillard de la Mahaudière.

RÉSERVOIRS A POISSONS D'AUDENGE.

M. Douillard de la Mahaudière, qui possède à Audenge une exploitation considérable de ce nom (125 hectares de superficie), avait invité l'Association française à la visiter; un certain nombre de membres s'y sont rendus et ont pu étudier cette industrie peu connue avec le plus vif intérêt.

(1) Voir dans ce volume, p. 613

L'idée d'attirer dans de vastes viviers, d'y multiplier, puis d'y récolter les produits de la mer, est très ancienne sur les bords du bassin d'Arcachon. Le marquis de Civrac, captal de Certes, est le premier qui l'ait appliquée; il y a plus de cent ans. Sur les bords de l'Adriatique, à *Commacchio,* une colonie de pêcheurs exploite depuis longtemps une industrie semblable. M. Costes, envoyé par l'État, l'y admirait en 1852, alors qu'elle florissait inconnue au milieu de nous depuis longues années.

Les réservoirs sont d'anciens marais salants ou de vastes bassins creusés à des profondeurs variant de 1 à 2 mètres, séparés entre eux par des levées et communiquant avec la mer au moyen d'écluses; ces écluses, au nombre de 16, fermées par des vannes en bois, renferment un filet conique nommé *manche,* et bien connu de tous. Ce filet est destiné à la fois à laisser pénétrer l'alevin de la mer dans le réservoir et à empêcher la sortie du poisson dans l'écoulement contraire.

Les déblais, qui sont formés d'alluvions très riches, sont transportés dans le reste de la propriété, élèvent son niveau et la fécondent.

On favorise l'entrée de l'alevin en levant la vanne à un moment convenable de la marée: ainsi s'établit un fort courant de la mer dans le réservoir.

Les espèces qui pénètrent ainsi sont les muges (trois variétés), le bar, le carrelet, la dorade, la sole et l'anguille. Le rouget et le turbot n'entrent jamais dans les réservoirs.

L'entrée du fretin a surtout lieu en avril; il a alors la dimension d'un tuyau de plume.

Le fretin craint surtout les influences atmosphériques. Le vent froid est le plus grand ennemi des muges; aussi les bords des réservoirs sont-ils disposés de manière à créer des abris du côté des vents les plus nuisibles, qui sont le Nord-Est et le Sud-Est, et le fond présente-t-il de loin en loin des excavations profondes où le poisson peut se réfugier.

Quand les réservoirs sont glacés, on brise la couche de glace et on introduit au travers des fagots et des bottes de paille qui permettent à l'air de pénétrer dans la couche profonde; on amène aussi dans les réservoirs des eaux douces provenant de sources voisines. Le fretin se développe et s'engraisse en se nourrissant des plantes marines qui constituent le fond du réservoir et sont pour lui un pacage. Ces prairies sous-marines renferment aussi nombre d'animaux inférieurs qui sont pour le fretin une nourriture précieuse.

La rappelle *(Rappia spiralis)* et les conferves (en patois là *lège*) sont la principale nourriture des muges.

On élève les espèces carnivores (bar, dorade, sole, carrelet) en favorisant la multiplication des crevettes et des mollusques variés, etc., etc.

On introduit à des époques déterminées l'eau de la mer dans les réservoirs, du 15 mars au 1er novembre; on a ainsi pour but de renouveler l'eau, de donner des aliments au poisson et d'introduire du fretin nouveau. Cette introduction se nomme *faire boire.*

Par temps, on *fait déboire,* c'est-à-dire on laisse écouler l'eau des bas-

sins vers la mer, à marée basse. Les manches qui ferment les écluses s'opposent à la sortie du poisson.

Quand le poisson a acquis ses qualités marchandes, on le pêche par divers moyens faciles, soit dans l'écluse même, en l'y entraînant, soit à la *foêne* (sorte de fourche à cinq dents), soit par des filets variés.

Dans son état actuel, l'exploitation des réservoirs ne porte que sur les muges et les anguilles; le produit annuel peut être évalué en moyenne à 300 kilogrammes par hectare, ce qui représente environ 300 fr. Or, dans la région, on peut évaluer le maximum de rendement de la terre cultivée (celui des prairies arrosées d'eau douce) à 150 fr. Ces réservoirs donnent annuellement 35,000 kilog. de poissons, muges et anguilles; ces dernières sont pour un tiers dans ce chiffre.

Ces chiffres disent assez haut les avantages de l'exploitation.

Nous ne nous arrêterons pas au reproche d'insalubrité souvent formulé contre les réservoirs. Il n'a jamais été sérieusement justifié.

L'idée générale qui préside à l'établissement des réservoirs à poissons a particulièrement frappé les visiteurs. On sait, en effet, l'immense fécondité des poissons; le bassin d'Arcachon, anse paisible, est le lieu choisi pour le frai par un grand nombre d'espèces. Cependant, l'alevin y a de nombreux ennemis; le poisson dit *merlus* entre autres. Très peu seraient utilisés par l'homme. Or, les réservoirs les recueillent et les nourrissent au profit de la consommation publique.

Ici la source de matière alimentaire est inépuisable; son utilité incontestable; les avantages de l'exploitation faciles à démontrer. Cependant, sur nos côtes si fertiles il est encore bien peu d'exemples d'industries du même genre. Espérons que la publicité donnée aux succès de MM. Douillard de la Mahaudière, Boissière, etc., etc., leur donnera des imitateurs.

L'étrange pays qui forme le bord du bassin d'Arcachon a singulièrement frappé les visiteurs, et sa misère apparente était bien faite pour faire admirer plus encore la riche industrie qu'ils venaient d'apprécier; d'un côté, l'immense bassin avec ses millions de pieux où, pendant l'hiver, sont fixés les filets à canards sauvages; de l'autre, l'horizon noir des forêts de pins et les collines blanches que forme le sable non encore ensemencé des dunes; paysage grandiose et singulier qui ne se voit qu'en ce pays.

En quittant M. Douillard de la Mahaudière, et après une journée si bien remplie, les membres de l'Association française l'ont remercié de sa charmante hospitalité et chaudement felicité de son succès.

Excursion aux Eyzies.

(8 Septembre 1872.)

Selon le programme arrêté par l'Association, dès cinq heures, les abords de la place de la Comédie étaient envahis, et bientôt quatre omnibus franchissaient la distance qui sépare le Grand-Théâtre de la gare de

Paris, et déposaient de nombreux excursionnistes, qui ne tardèrent pas à être rejoints par plusieurs autres et à s'installer dans les compartiments du train spécial qui leur était destiné; il fut constaté que le nombre était de soixante-douze, dont plusieurs dames. Le train s'ébranla à cinq heures quarante-cinq, par un soleil splendide qui n'enlevait qu'à regret la légère brume condensée au-dessus des hautes herbes des prairies et qui se dissipait en légers flocons blancs. Le parcours entre Bordeaux et Périgueux était connu de la plupart de nous; mais en entrant dans ces étroites vallées du Périgord, l'attention fut vivement éveillée par le caractère sévère du paysage, ses rocs abrupts, ses chênes malingres, et surtout l'absence complète de tout cours d'eau. Il est pénible, en effet, de reposer les yeux sur ces calcaires que recouvre à peine une mince couche d'humus, qui descendent en laissant filtrer une humidité visqueuse à travers les fissures de l'argile, jusqu'à ce que, disparaissant sous les herbes et les graminées des prairies inférieures, elles permettent tout au plus à quelques fossés de contenir quelques gouttes d'eau pour désaltérer les oiseaux du ciel, qui, du reste, n'y paraissent pas nombreux, surtout les hirondelles.

Nous approchons : déjà, après la Galie, nous apercevons les roches en surplomb qui dominent la crête de la vallée; la Vézère, grossie par une récente crue venant de la Corrèze, nous apparaît large et vaseuse. Voici les Eyzies! Les portières des wagons sont envahies par les plus curieux, et tous le sont : chacun veut se préparer au spectacle tant désiré; mais, enfin, le train s'arrête, et les organisateurs de l'excursion sont reçus par M. Laganne, qui avait bien voulu se charger d'en régler les apprêts.

M. E. Massénat, le patient investigateur de la Corrèze, était venu de Brives pour se joindre à nous, nous apportant les photographies du squelette de l'homme écrasé, trouvé par lui sous l'abri de Laugerie-Basse, en avril dernier.

Après un déjeuner, très copieusement servi, l'assemblée, groupée autour de M. le docteur Broca, se dirigea, sous la conduite de M. Louis Lartet, vers le premier abri situé au sud, au-dessous des grandes masses de calcaire qui dominent le cours de la Vézère. Nous franchissons un torrent sur quelques planches et nous gravissons les pentes raides qui conduisent à l'abri où M. Lartet, le fils de notre regretté maître, veut bien entrer dans les détails qui précédèrent et suivirent les fouilles si heureusement conduites par son père conjointement avec feu Christy et Laganne.

La grotte des Eyzies a du être creusée par érosion, alors que le niveau des eaux était presque à son summum; très élargie à la base et protégée par un immense surplomb de calcaire compact, elle pouvait contenir de nombreux habitants qui, protégés contre les rigueurs de la température par cette voûte immense, devaient encore y joindre des clayonnages et des débris de roches, afin de s'isoler et se préserver des attaques des animaux.

Nous ne pouvons entrer ici dans de grands détails; nous reviendrions sans cesse sur des faits connus de tous aujourd'hui; aussi nous bornerons-nous à dire que cette grotte, sans avoir conservé les richesses qui lui ont été ravies, en contient néanmoins encore, et que des fouilles opérées légèrement ont pu fournir à nos ardents explorateurs des fragments de bûche, du magma rempli d'ossements et de silex et quelques outils.

De l'entrée de la grotte, la vue se déroule aux quatre points cardinaux de la vallée, qui semble comme enserrée et circonscrite par les tranches compactes des calcaires environnants, et lui font une ceinture de remparts. Tous les surplombs se distinguent très bien, et il est facile, en suivant les indications de la carte improvisée par M. Cartailhac, de distinguer toutes les bouches des abris et les habitations modernes qui, sans souci des éboulements de la roche, s'adossent complètement à ses rudes parois. Cependant, nous avons facilement remarqué l'abandon de ce mode de construction, car toutes ces parties basses de surplomb sont perforées de trous destinés à retenir les chevrons des toitures des maisons, dont le nombre a dû être considérable jadis, et que des causes que nous ignorons ont fait disparaître.

Des Eyzies, en descendant par la voie ferrée, nous arrivons à l'abri funéraire dit de Cro-Magnon, M. Louis Lartet a l'obligeance de nous dire les circonstances dans lesquelles les fameux crânes furent trouvés, et à combien de suppositions et de controverses ils donnèrent lieu. L'abri est de bien moindre grandeur que celui des Eyzies, et d'une élévation presque nulle; les silex taillés y abondent; chacun a pu en recueillir de beaux spécimens sur place. Un moment de joie, trop court, hélas! et suivi de déception, nous avait été réservé par un plaisant du lieu. Un os sculpté venait d'être soumis aux yeux de plusieurs de nous; il représentait la forme de deux fleurs monopétales supportées par une tige; mais le dessin, trop correct, nous inspira quelques doutes que nous manifestâmes à ceux qui nous entouraient. Le soir, le plaisant en question — nous disons plaisant pour ne pas dire le contraire -- avoua à M. Massénat, qui partageait notre avis, que c'était lui qui avait fait ce qu'il appelait une plaisanterie....

Nous nous dirigeâmes vers Laugerie-Haute en traversant la Vézère, dans un bac qui en relie les deux rives, laissant vers la première l'église romane qui borde la route et le vieux nid d'aigle des seigneurs d'autrefois, tombé en ruine et ne se révélant que par le cul-de-lampe d'un donjon.

La Vézère, comme nous l'avons déjà dit, coulait à pleins bords ses eaux limoneuses dont elle avait laissé les alluvions sur les berges; force nous fut alors de faire de nombreux circuits pour en éviter les grasses empreintes, et enfin, nous en dégageant, nous pûmes gravir la première rampe et nous trouver en présence de Laugerie-Haute.

Les roches compactes qui servent de parois au bassin de la Vézère, ont ici un aspect plus imposant encore. Ces grands blocs crétacés, creusés à leur base par les érosions des derniers niveaux, imposent à l'imagination humaine les réflexions les plus sévères.

Que penser d'un élément qui a pu creuser ainsi cette vallée, au milieu des obstacles qui nous paraissent insurmontables? Notre pauvre humanité, calculant tout au point de vue de sa courte existence, ne saurait comprendre la lenteur avec laquelle ces effets se sont produits. L'immensité des époques qui se sont succédé est telle, que l'esprit s'en effraie, et qu'il faut des études patientes et suivies pour espérer en comprendre les résultats grandioses.

Les abris de Laugerie, haute et basse, sont un peu moins profonds que celui des Eyzies, mais cependant quelques fouilles ont fait pressentir des fissures intérieures dans lesquelles on pourrait pénétrer, et alors, peut-être, pourra-t-on y trouver les restes des populations que des éboulements subits des roches supérieures y auront enfouies.

C'est, en effet, à Laugerie-Basse qu'en avril dernier M. E. Massénat a découvert le squelette presque complet d'un sauvage de la Vézère, entouré, presque comme celui de Menton, des objets qui le paraient au moment où une éboulée de la roche l'avait enseveli. M. Massénat nous a montré le lieu exact où ce drame s'était accompli, nous en a expliqué toutes les phases en attendant que MM. Trutat et Cartailhac les publient dans les *Matériaux*.

Les silex et les os taillés de l'époque des rennes sont nombreux aux deux stations, surtout les premiers, dont tous nos collègues purent se charger à loisir. Trois furent plus heureux encore, puisqu'ils purent ajouter à leur bagage, déjà lourd, trois fragments de quartz hyalin, dont deux bien travaillés, l'autre douteux. Le premier est une pointe de flèche, le second un instrument courbe, comme certaines scies de Bruniquel, enfin le troisième ne nous a paru qu'éclaté.

Quoi qu'il en soit, ces trois objets indiquent une progression dans le travail et surtout des moyens d'échange, car la contrée ne saurait recéler des cristaux de roche. Il a donc fallu aux habitants primitifs de Laugerie des moyens de communication pour échanger, avec d'autres peuplades, et chacun sait avec quelle persévérance le besoin de voir et connaître pousse l'homme à des expéditions lointaines; il est inutile d'insister sur ce point.

De Laugerie à Gorge-d'Enfer, la distance est peu considérable : ses abords pittoresques, la présence de l'ombre rafraîchissante que projetaient les falaises, les sources nombreuses qui sortent des fissures pour aller épancher leurs eaux dans le lit de la Vézère, tout nous facilita la dernière ascension.

Les parois immenses qui bornent notre route sont perforées de nombreuses grottes, creusées dans la roche, à une époque correspondante aux habitations dont nous avons signalé les vestiges. Des échelles y conduisent, et plusieurs de nos compagnons en essaient l'ascension. Rien de particulier ni d'intéressant n'est venu s'ajouter à leur exploration, excepté pourtant la légende qui veut que ces nids de corbeaux fussent, dans les temps anciens, les écuries de quelques guerriers.

Il eût été bien curieux de voir monter les chevaux de cette époque à

travers les lisses, parois de la falaise; on aurait dû ajouter qu'ils étaient de vrais hippogriffes !

Enfin Gorge-d'Enfer se présente tout à coup à nos regards étonnés! C'est certainement la plus grande voûte de la contrée, et son surplomb immense aurait pu contenir toutes les tribus de la Vézère. Le sol y est assez inégal; de nombreuses éboulées ont roulé et sont même descendues jusqu'à la rivière, ce qui ajoute au pittoresque du paysage; une fontaine assez vive sort de la masse et va rejoindre son niveau naturel en grossissant les eaux de la Vézère.

Il fallait songer à s'arracher au charme qui nous entourait; la journée était bien remplie : il était temps de regagner les abords de la gare. Nous quittâmes donc Gorge-d'Enfer (dont l'aspect ne justifie en rien l'appellation), tout en remarquant ici l'absence de tout instrument de l'industrie primitive, ce qui nous porte à penser que la cavité trop vaste exposée au nord, devait être inhabitée à l'époque préhistorique tout comme elle est aujourd'hui. Servait-elle pour les grandes assemblées? Nous sommes obligés de traverser les prairies récemment inondées, et, de glissade en glissade, nous rejoignons le bac inférieur en passant par le pont biais construit au-dessus de la Vézère, pour le chemin de fer d'Agen. Nous sommes bientôt rendus aux Eyzies, où nous attendons sous la buvette de la gare que la cloche du départ vienne nous appeler.

L'heure est venue, chacun reprend sa place dans le compartiment qui l'avait apporté; quelque temps après nous arrivons à Périgueux, où le repas du soir nous attendait. Satisfaits de la journée, la plus franche gaîté ne cesse de se produire, et, sous cette influence, M. le Dr Broca, président, présente à l'assemblée le vœu de tous; un toast chaleureux est porté aux organisateurs de l'excursion, pendant laquelle rien n'a été négligé pour en rendre l'attraction complète, et qui restera comme une des meilleures dans les annales de l'Association française.

Enfin, car tout a une fin, et surtout les meilleures choses, le train nous emporte et nous dépose à Bordeaux; il était dix heures et demie.

Visite aux travaux du bassin à flot.

(9 Septembre 1872.)

Une centaine de membres du Congrès scientifique se sont rendus le 9, à une heure de l'après-midi, au chantier des docks de Bordeaux.

L'ingénieur en chef, M. Joly et l'ingénieur ordinaire, M. Régnauld, ont reçu ces visiteurs, parmi lesquels on remarquait plusieurs illustrations scientifiques et divers membres du Conseil général de la Gironde.

M. Joly a d'abord donné dans son cabinet une explication générale de l'ensemble des travaux qu'il dirige.

Le bassin à flot est situé sur la rive gauche de la Garonne, vers l'ex-

trémité aval du port, à une distance de 3 kilomètres de la Bourse. La direction générale est perpendiculaire à la rive gauche du fleuve. Il aura une longueur de 810 mètres sur 120 mètres de largeur, et présentera une surface d'eau d'environ 10 hectares, renfermée entre des murs de quai de 9 mètres de hauteur qui auront un développement de 1,800 mètres, et le long desquels pourront accoster, en double rang, près de quatre-vingts navires. Son tirant d'eau sera de $6^{m}50$ au minimum et pourra être porté à 9 mètres par l'introduction des eaux des grandes marées.

Ce bassin communique avec la Garonne au moyen de deux écluses juxtaposées, séparées par un bajoyer intermédiaire de 10 mètres d'épaisseur. L'une aura 22 mètres de largeur et 140 mètres de longueur; l'autre aura une largeur de 14 mètres seulement, et pourra être décomposée dans sa longueur en deux sas, au moyen d'une paire de portes intermédiaires.

Deux ponts tournants seront établis sur les écluses, un à chaque extrémité, de manière à ce que l'un puisse toujours être fermé et livrer passage, quand l'autre sera ouvert.

Le terrain qui forme l'emplacement de ces ouvrages est composé d'une vase argileuse bleuâtre, recouverte d'une mince croûte de terre végétale et repose à une profondeur de 12 à 14 mètres au-dessous du sol, sur un banc de sable graveleux aquifère : ce banc présente une épaisseur de 3 à 4 mètres; il s'appuie lui-même sur la mollasse, appartenant à la formation tertiaire, qui constitue le fond primitif de la vallée de la Garonne; le sable, extrêmement comprimé par les terres qu'il supporte, offre une assiette excellente pour des massifs de fondation.

Lorsqu'on pratiqua les premières fouilles dans les couches supérieures de ce terrain, on le trouva entièrement imprégné d'eau, et à l'état presque fluent. Toutefois on put bientôt reconnaître que la vase dont il est formé est peu perméable et prend rapidement de la consistance en s'égouttant.

Des trous de sonde, dans lesquels on engagea des tubes de tôle de 25 centimètres de diamètre, ouverts par les deux bouts et s'enfonçant jusqu'au milieu de l'épaisseur du banc de sable inférieur, ont été ouverts sur l'emplacement des travaux à des distances échelonnées à partir de la Garonne. L'observation de la hauteur et de la variation du niveau des eaux souterraines qui remontent dans ces sondes a révélé l'existence d'un courant s'écoulant vers la Garonne, à travers le banc de sable et exerçant sur la masse des terres qui le recouvrent une pression considérable. Ce courant subit, aux approches de la Garonne, l'influence de la marée. On voit dans les sondes les plus rapprochées des rives du fleuve le niveau s'élever avec le flot et s'abaisser avec le jusant, atteignant son maximum de hauteur après le moment de la pleine mer, et son minimum avant le moment de la basse mer. L'amplitude de ces mouvements oscillatoires diminue à mesure qu'on s'éloigne du fleuve, et devient nulle à une distance de 300 à 400 mètres.

Tel est le milieu sans consistance et saturé d'eau, dans lequel il fallait construire les écluses, creuser le bassin, élever les murs de quai.

Par suite de la profondeur assignée à l'établissement des buscs des écluses et de l'épaisseur à donner à leur radier, la maçonnerie de ces ouvrages doit entièrement reposer sur le banc de sable graveleux qui se trouve au-dessous de la vase. La difficulté consistait à ouvrir dans cette vase molle une fouille de près de 14 mètres de profondeur, au fond de laquelle on rencontrerait une première couche de sable fin, criblé de filets d'eau ascendante. Comment soutenir les talus de cette fouille, et fixer une limite aux éboulements qui viendraient l'envahir? Comment prévenir les perturbations qui en résulteraient sur les terrains environnants et qui pourraient amener la ruine d'édifices considérables? Cette difficulté a été résolue, en faisant descendre par leur propre poids, à travers la vase, jusqu'au sable graveleux, les bajoyers et les murs de garde qui constituent le périmètre du massif de maçonnerie des écluses. Ce périmètre forme un rectangle de 205 mètres de longueur et de 57 mètres de largeur. Sur les côtés ont été disposés des blocs de maçonnerie d'une épaisseur uniforme de 6 mètres et de longueurs variant entre 16 et 25 mètres. Des blocs de 9 mètres d'épaisseur et de 15 mètres de longueur ont été également disposés sur la moitié aval de l'emplacement du bajoyer intermédiaire. Ces blocs sont évidés par un ou par plusieurs puits verticaux, suivant leur longueur. Ils sont construits en maçonnerie ordinaire avec mortier de ciment de Portland à la base inférieure, jusqu'à 3 mètres de hauteur, et avec mortier de chaux hydraulique du Theil, au-dessus. On les a établis sur le terrain naturel préalablement déblayé à une profondeur d'environ 3 mètres, à l'aplomb de la position qu'on se proposait de leur faire occuper définitivement sur le sol de fondation, séparés entre eux par un intervalle de 50 centimètres. Ils n'ont été élevés, au début, qu'à une hauteur d'environ 5 mètres, calculée de manière à ce que leur poids n'exerçât sur le terrain qu'une charge d'environ 1^k30 par centimètre carré, charge voisine de la limite de la résistance de ces terrains à la pression. Dès que cette première maçonnerie a pris consistance, on procède à l'enfoncement des blocs en creusant au-dessous de leur base le sol sur lequel ils reposent, travail qui porte le nom de havage.

Deux hommes descendent au fond de chaque puits, l'un fouille au milieu, l'autre remplit avec la terre déblayée un grand seau de tôle que deux autres ouvriers remontent à l'aide d'un treuil; le contenu du seau est jeté dans un wagon et emporté à distance. L'opération continue ainsi; la terre qui subit la pression du massif reflue à l'intérieur du bloc d'où elle est enlevée, et le bloc descend pour prendre sa place. Bientôt la face supérieure du bloc arrive au niveau du sol sur lequel il avait été élevé. On ajoute alors une nouvelle hauteur de maçonnerie qu'on fait enfoncer de la même manière, jusqu'à ce que l'irruption de la nappe d'eau souterraine oblige à prendre d'autres dispositions.

Cette irruption a lieu lorsque le dessous du bloc n'est plus séparé que

par 2 mètres environ d'épaisseur de vase du banc de gravier aquifère inférieur, ce qui arrive généralement à 5 mètres de profondeur au-dessous de l'étiage. On installe alors à l'intérieur du puits une pompe centrifuge mue par une locomobile à vapeur placée à proximité. Cette dernière machine est en même temps utilisée à la manœuvre des treuils qui remontent les terres fouillées au fond des puits. Le bloc est ainsi conduit jusqu'au sable, où on le fait pénétrer d'une profondeur de 80 centimètres.

Ces opérations ont été souvent troublées par les obstacles accidentels et les inégalités de résistance que les blocs ont recontrés dans le milieu qu'ils avaient à traverser. Les couches supérieures du terrain renferment des débris végétaux, des souches et des troncs d'arbre quelquefois énormes, qui paraissent remonter à une époque très ancienne. La rencontre d'un de ces obstacles par un côté du bloc détermine son renversement du côté opposé.

On a surmonté ces difficultés en pratiquant des fouilles à l'intérieur et à l'extérieur des blocs, du côté où ils éprouvaient le plus de résistance à la descente, pendant qu'on les étayait du côté opposé ou qu'on exerçait contre ce côté des pressions capables de les ramener à leur position normale.

Le havage terminé, on procède au remplissage des puits. La partie inférieure, qui est occupée par l'eau sur plusieurs mètres de hauteur, est comblée avec du béton, et le surplus avec de la maçonnerie ordinaire.

Quand tous les blocs seront enfoncés et que leurs puits seront remplis, ils constitueront une enceinte, à l'intérieur de laquelle il restera à descendre la fouille jusqu'au banc de gravier inférieur. Sur ce banc, mis à découvert, on étendra une couche de béton de 3 mètres environ d'épaisseur; les blocs seront reliés entre eux en maçonnant les intervalles de 50 centimètres qui les séparent, et la construction s'achèvera dans des conditions ordinaires.

Outre les difficultés résultant de la nature du terrain et de la profondeur des fondations, il y avait à se préoccuper des obstacles que peuvent occasionner directement les eaux affluant au fond des fouilles. Ces eaux proviennent des filtrations que reçoit le banc de sable inférieur au travers duquel elles s'écoulent comme dans une multitude de petites conduites forcées. Leur abondance et la pression en vertu de laquelle elles tendent à s'élever, semblent devoir s'expliquer principalement par la saturation des terres d'où les filtrations dégouttent sur le banc de sable. D'où il résulte qu'en purgeant les terres environnant l'enceinte des écluses de l'excès d'eau dont elles sont imprégnées, on devait diminuer l'afflux et la charge du courant qui débouche dans cette enceinte par le banc de sable.

A cet effet, on a établi, au centre et à l'extrémité amont des écluses, des puits d'assèchement, dans lesquels des pompes, mues par des machines à vapeur représentant une force totale de 35 à 40 chevaux,

opèrent un épuisement continu. Ces puits sont formés avec des blocs de 9 mètres d'épaisseur et 15 mètres de longueur, descendus par havage dans le banc de sable inférieur jusqu'à 9 mètres au-dessous de l'étiage. Leurs parois sont percées d'ouvertures où viennent aboutir les rigoles disposées sur le sol pour l'écoulement des eaux superficielles. Le niveau de l'eau, au fond de ces puits, est maintenu à 7 ou 8 mètres de profondeur au-dessous de l'étiage.

Ces dispositions ont été appliquées dès la première année des travaux. Au bout de cinq mois d'épuisement continu, le niveau moyen des eaux souterraines avait baissé de plus de 7 mètres dans l'enceinte des écluses, et cet effet se propageait, mais en diminuant d'intensité, jusqu'à près de 600 mètres de cette enceinte.

Aujourd'hui l'assèchement obtenu est tel qu'on a pu descendre la fouille dans l'enceinte des écluses, jusqu'à 3 mètres au-dessous de l'étiage, en y faisant pénétrer des voies ferrées à traction de locomotives. Les résultats réalisés permettent d'espérer qu'en continuant, et en activant au besoin les épuisements, les radiers des écluses pourront être fondés à sec.

A la suite de ces explications, on a visité un cabinet de modèles, où les dispositions de la double écluse qui reliera la Garonne au bassin, et le système de fermeture et d'ouverture des portes de ces écluses, ainsi que des ponts tournants sur le quai, ont été montrés sur une réduction en relief qui en donne l'idée la plus précise.

On est descendu, enfin, sur le terrain même des travaux; on a visité les puits d'assèchement, et l'on a surtout examiné, avec un vif intérêt, le système des fondations des maçonneries des écluses. Ces travaux présentent une vaste application des procédés de havage, qui n'avaient jamais été mis en pratique sur d'aussi immenses proportions : les résultats en ont été jusqu'ici très satisfaisants.

Les nombreux ingénieurs et les hommes compétents qui ont pris part à cette visite, ont, à diverses reprises, félicité l'habile directeur de ces travaux, qui honoreront la ville de Bordeaux.

Excursion à la Pointe-de-Grave.

(10 Septembre 1872.)

Cette excursion importante, qui fut favorisée par un beau temps, réunissait environ cent trente membres. Le départ avait été fixé à cinq heures et demie, et le rendez-vous aux Quinconces. On prit place sur un des bateaux à vapeur de la Compagnie Dureau et Heyrim et bientôt on était hors de la ville.

De Bordeaux jusqu'au Bec-d'Ambès, on put suivre les travaux exécutés pour l'amélioration des ports de la Garonne. Il fut possible de se rendre compte nettement de la configuration des terrains de la rive gauche de

la rivière, dans lesquels on a creusé les sondages ayant donné des eaux jaillissantes. Les excursionnistes notèrent avec intérêt le niveau et la position de quelques points où l'on a observé des dépôts marins modernes sous les alluvions et les remblais de l'époque actuelle.

Les palus situés sur l'emplacement de l'ancienne embouchure de la Gironde, vers Valeyrac, attirèrent l'attention générale. On put se rendre compte des changements survenus dans la forme du terrain depuis l'époque où Jau et Talais étaient des îles et où le relèvement du terrain sur lequel Saint-Vivien et Beusac sont bâtis, était séparé de la terre ferme par un bras de fleuve d'un kilomètre de largeur. Plus tard, entre Mortagne et Royan, on vit se dérouler les falaises crayeuses de la Saintonge avec leurs lits de silex, formant d'immenses coupes géologiques des plus intéressantes, pendant que M. Linder, ingénieur des mines, donnait d'intéressantes explications sur la composition et l'âge de ces rochers.

A l'arrivée au Verdon, il fallut se séparer, et tandis qu'une partie des voyageurs débarquait, et, sous la conduite de MM. Joly et Baumgartner, ingénieurs des ponts et chaussées, allaient visiter les travaux de défense de la Pointe-de-Grave, les autres, embarqués sur un bateau à vapeur de moindre dimension que celui qui les avait amenés, allaient visiter le beau phare de Cordouan, bâti sur l'emplacement occupé autrefois par la tour de Cordouan.

Les travaux nécessaires pour défendre la Pointe-de-Grave contre l'action de l'Océan, consistent en une jetée en blocs de béton et en une série de brises-lames assez rapprochés les uns des autres, et que l'on a construits de manière à offrir le moins de prise possible aux vagues poussées par la marée et la tempête. La question de la défense de la Pointe-de-Grave est très complexe : peut-être les effets observés proviennent-ils non de l'érosion du rivage, mais d'un affaissement du littoral? Nous renvoyons les lecteurs qui désirent connaître la question dans son entier, à la communication faite à Bordeaux par M. Delfortrie [1].

Après avoir visité les importants travaux effectués principalement aux Huttes, les excursionnistes se rendirent à Soulac, village à moitié enterré dans les sables et qui a été recontruit en arrière, dans les forêts de pins. L'église est restée enterrée sous la dune pendant près de deux cents ans; il n'y a guère qu'une quinzaine d'années qu'elle a été exhumée : elle est de l'époque romane et paraît dater du onzième ou du douzième siècle. Les habitants de Soulac ont dû lutter avec énergie contre l'envahissement du sable; à mesure qu'il gagnait en hauteur, ils exhaussaient le sol de leur église avec des planches, et lorsqu'on fit les fouilles nécessaires pour la dégager, on la trouva divisée en deux étages : mais il fut impossible de déblayer l'étage inférieur; des infiltrations arrêtèrent les ouvriers. Le parquet actuel est composé de planches mobiles qui reposent sur le sable.

(1) Voir dans ce volume, page 490.

A cinq heures, tout le monde se rembarquait sur le bateau à vapeur qui devait ramener les excursionnistes à Bordeaux, où l'on arriva vers neuf heures et demie.

Excursion des Landes et de la Bidassoa.

(13 et 14 Septembre 1872.)

La Compagnie des chemins de fer du Midi, à laquelle l'Association française a dû tant de facilités pour ses excursions, avait demandé qu'une Commission de vingt membres, délégués par le Congrès et désignés par le Bureau de l'Association, allât visiter les établissements industriels des Landes, les sources thermales, les salines de Dax et les mines de la Bidassoa. Elle avait mis un train spécial à la disposition de l'Association : des wagons-salons étaient réservés à la Commission, et les autres membres du Congrès qui avaient voulu s'associer à cette excursion, étaient admis dans ce train à demi-tarif. Le nombre des membres qui assistèrent à l'excursion était de soixante environ.

La Commission fut reçue à la gare par M. Al. Léon, administrateur de la Compagnie des chemins de fer du Midi, et M. Simon, directeur de l'exploitation, et conduite par eux aux wagons qui lui étaient destinés.

Conformément au programme de la journée, qui avait été distribué aux excursionnistes, le train partit à huit heures de Bordeaux. A neuf heures quarante-cinq, on était arrivé à Labouheyre; où l'on devait visiter des établissements industriels importants : les hauts-fourneaux, les ateliers d'injection des bois et les usines des produits résineux.

M. Al. Léon, qui tenait à honneur que chacun de nous emportât de cette journée un excellent souvenir, s'était préoccupé de la question de subsistances, question compliquée dans un village peu habitué à recevoir un aussi fort contingent de visiteurs. Il avait pris des mesures pour que les excursionnistes trouvassent les moyens d'assouvir la faim que le voyage avait excitée. En outre, il avait invité les membres de la Commission à déjeuner dans son châlet : le repas fut aussi magnifique que la réception fut cordiale. A quelques paroles de bienvenue adressées par M. Al. Léon, M. Würtz et M. d'Abbadie répondirent au nom de la Commission, et de nombreux applaudissements accueillirent chacun des toasts.

L'excursion de Labouheyre comprenait la visite d'un haut-fourneau, celle des ateliers d'injection des bois et celle des usines où l'on exploite la résine (1). Nous renvoyons, pour les renseignements techniques, aux notes

(1) L'Association française a visité l'usine de M. Michel Arnaudin, propriétaire, ancien maire de Labouheyre, et a vu fabriquer par les procédés ordinaires de l'essence de térébenthine, des brais, des colophanes, etc.

résumées ci-après, mais nous ne pouvons omettre de dire avec quels soins on avait tout disposé pour que le profit et l'agrément qu'on devait retirer de cette visite fussent complets : c'est ainsi que la *coulée* de l'un des hauts-fourneaux eut lieu en notre présence, que des échantillons de minerais, de charbons, etc., choisis avec intelligence, étaient disposés de manière à former une sorte de musée technique local; nous pûmes assister complètement à une opération d'injection des bois, etc.

Il fallut cependant quitter Labouheyre, ses industries et nos hôtes : le train qui nous emportait prit en route M. Péreire, qui, d'une manière toute gracieuse, décida généreusement que *toutes* les personnes participant à l'excursion voyageraient gratis jusqu'à la frontière d'Espagne, et retour.

Après un trajet assez court, le train s'arrêta à Morcenx. Ce n'était pas une usine que nous venions visiter, mais une école. Notre attention fut vivement éveillée par les renseignements qui nous furent fournis, par la visite de la maison d'école, par la tenue des élèves et par les exercices militaires et gymnastiques qui furent exécutés par les jeunes garçons. Nous joignons à ces notes (1) quelques lignes extraites en partie d'un rapport présenté au Conseil municipal de Bordeaux par M. Raulin, et qui indiquent nettement le but de cette école, créée et entretenue par la Compagnie des chemins de fer du Midi, ainsi que le mode d'enseignement et les résultats atteints.

La distribution des prix devait avoir lieu le lendemain, mais on avait décidé que l'on décernerait les prix d'honneur dans une séance spéciale, en présence de la Commission du Congrès.

Les membres de la Commission furent heureux de s'associer aux efforts de la Compagnie du Midi en récompensant le travail et la bonne conduite des lauréats par la promesse d'un livret de la Caisse d'épargne de 50 francs.

Malgré l'intérêt qu'eût présenté un examen détaillé de l'école, des moyens d'étude qu'on y emploie et des travaux exécutés par les élèves, il fallait partir : nous étions attendus à Dax, où le train nous débarqua vers huit heures.

La Commission fut reçue sur le quai d'arrivée par le maire de Dax, assisté de quelques membres du Conseil municipal, de l'ingénieur des ponts et chaussées, etc. Tout le monde prit place dans les omnibus frétés à l'avance par les soins de MM. les docteurs Delmas et Larauza, qui s'étaient également préoccupés de retenir des chambres pour les membres du Congrès qui n'avaient pas été désignés pour coucher à l'établissement des Thermes. Ces derniers se trouvaient bientôt réunis autour d'une table somptueuse, présidée par les directeurs de cet établissement, et un repas magnifique eut bientôt fait oublier les fatigues de la journée.

Après le dîner, MM. Delmas et Larauza firent parcourir aux membres

(1) Voir ci-après, page 1293.

du Congrès l'établissement qu'ils ont créé, et au développement duquel ils se sont consacrés (1). Une illumination *a giorno* permettait, malgré l'heure avancée, de se rendre compte de la bonne installation de ces thermes et des heureuses dispositions qui ont été adoptées, même pour les détails en apparence les plus insignifiants.

La visite terminée, les excusionnistes se séparèrent pour aller chercher un repos nécessaire après une journée aussi chargée.

Le réveil avait été fixé à six heures du matin. Il y avait, en effet, bien des choses à voir avant le départ de Dax, qui devait avoir lieu à onze heures et demie.

La fontaine d'eau chaude formait naturellement la première étape. On trouvera plus loin (2) quelques renseignements sur cette curiosité naturelle fort intéressante. Disons seulement que, à notre retour de l'excursion du matin, nous vîmes la fontaine vide et présentant, à d'autres points de vue (détermination des espèces de plantes qui y croissent), un intérêt nouveau : on avait eu l'attention délicate de faire écouler les eaux afin de nous montrer cette fontaine sous ses deux aspects.

Les membres du Congrès se rendirent ensuite chez M. Raimond Pottier, pour y visiter la collection d'objets préhistoriques qu'il a recueillis dans l'arrondissement de Dax. Cette collection présente un intérêt réel, ainsi que l'on peut s'en rendre compte par la note ci-jointe (3), et l'on se serait volontiers attardé à écouter les explications de M. Pottier, si l'on n'avait été pressé par l'heure.

Nous avons à peine besoin d'insister sur l'importance de la découverte et de la mise en exploitation de salines en France, surtout après la perte de celles que nous possédions dans les départements de l'Est. Aussi, les membres du Congrès suivirent avec attention les explications qui leur furent données successivement par M. Franck et par M. Richard sur les lieux mêmes. Nous résumons ci-après ces explications (4).

Le déjeuner nous réunit aux thermes, et nous pûmes exprimer à MM. Delmas et Larauza, avec nos remercîments pour l'hospitalité qu'ils nous avaient largement offerte, nos regrets de les quitter si promptement.

Nous abordions la dernière étape de l'excursion, et le train s'arrêtait à Hendaye, sur la frontière d'Espagne, où nous devions nous séparer. Tandis que quelques membres, profitant des facilités dues à l'influence de M. G. Simon, poursuivaient leur route jusqu'à Saint-Sébastien et faisaient succéder un charmant voyage d'agrément à l'excursion scientifique, d'autres étaient reçus chez M. d'Abbadie, dans son magnifique château d'Abbadia, et d'autres, enfin, allaient visiter les mines de fer de la Bidassoa (5).

(1) Voir ci-après, page 1296.
(2) Voir ci-après, page 1298.
(3) Voir ci-après, page 1301.
(4) Voir ci-après, page 1302.
(5) Voir ci-après, page 1304.

Nous ne pouvons terminer ce compte-rendu, trop sommaire à notre gré, sans adresser de nouveau, et au nom de l'Association, tous nos remercîments à la Compagnie des chemins de fer du Midi, à M. Pereire, président du Conseil d'administration, à M. Al. Léon, administrateur, à M. G. Simon, directeur de l'exploitation. Nous les adressons aussi d'une manière toute spéciale à M. d'Eichthal, vice-président du Conseil d'administration, qu'une cruelle maladie avait empêché de venir au Congrès à Bordeaux, mais qui, après avoir contribué efficacement à fonder l'Association française, a fait profiter celle-ci de sa haute influence, et en lui donnant son patronage lui a assuré pour une bonne part la réussite de son premier Congrès.

LABOUHEYRE. — HAUTS-FOURNEAUX. — ATELIERS DE CONSTRUCTION DE WAGONS.

La Société des hauts-fourneaux de Labouheyre, fondée par M. Al. Léon, a construit deux hauts-fourneaux qui produisent de 22 à 25,000 kilogrammes de fonte par vingt-quatre heures. La fonte est exclusivement faite avec des charbons de bois de pin des Landes, et ce n'est pas le moindre souci du gérant, M. Ipoustéguy, que de faire arriver à l'usine un approvisionnement de près de 1,500 hectolitres de charbon par jour.

Les minerais employés viennent de Bilbao, des mines de Somorostro et d'Ollargan, et ce n'est qu'exceptionnellement qu'il est fait emploi, dans certains alliages, de minerais du Périgord ou de la Bidassoa. Les résultats obtenus, pour les fontes d'affinage, avec les minerais de Bilbao traités au charbon des Landes, sont incontestables, et les fers qu'on obtient avec ces fontes ont des qualités qui en assurent l'emploi dans la fabrication des tôles, des essieux de wagon et de toutes les pièces qui exigent de la résistance. Leur réputation est acquise depuis longtemps pour les fers à clous employés par la maréchalerie et pour les fils de fer de toute espèce.

La supériorité des fontes des Landes n'est pas moins établie pour le moulage que pour l'affinage. C'est avec ces fontes qu'on obtient les cylindres et les pièces de mécanique qui exigent une grande résistance, soit au choc, soit à la flexion. La résistance de ces fontes au brisement de la poudre est établie par les épreuves faites à la fonderie de canons de la marine, à Ruelle, et l'usine de Labouheyre a fourni les meilleures fontes à canon qui aient été jusqu'ici employées en France.

Le bon choix des minerais, les soins de la fabrication et la bonne allure des fourneaux sont certainement pour beaucoup dans la qualité des fontes, mais il semble acquis aujourd'hui que cette qualité tient surtout à la pureté du charbon de pin des Landes, charbon qui n'a pu

emprunter à un sol, exclusivement siliceux, aucun des éléments qui peuvent altérer la fonte, ni phosphore, ni soufre, etc.

L'installation de l'usine de Labouheyre remonte à six ans et a été faite absolument *à la moderne*. Elle est contiguë à la gare du chemin de fer, et un ensemble de voies permet la distribution des charbons et du minerai, ainsi que l'enlèvement de la fonte, au moyen des wagons de la Compagnie, sans transbordements ni manutentions inutiles. Les fourneaux sont construits sur des colonnes de fonte, et la réfection des creusets peut se faire d'une manière simple et rapide. Les gaz des fourneaux, recueillis et purifiés, vont alimenter les chaudières qui mettent en mouvement la machine à vapeur et les trois souffleries, et qui alimentent les appareils à réchauffer l'air, dont l'emploi est très exceptionnel à Labouheyre, les fontes étant presque exclusivement produites à l'air froid.

La machine à vapeur a été, ainsi que les deux premières souffleries et les chaudières, construite et installée par MM. Farcot et ses fils, de Port-Saint-Ouen, près Paris. Aucun dérangement ne s'est produit depuis six ans, et l'on peut signaler comme modèles à suivre les dispositions qui font du bâtiment des machines un véritable salon. C'est la même machine qui commande le mouvement du monte-charges pour élever le charbon, le minerai et la castine, et qui fait marcher les outils d'ajustage, indispensables à l'entretien.

La vapeur des chaudières sert à entretenir des bains, gratuitement mis à la disposition des ouvriers et même des habitants de la commune.

A côté des hauts-fourneaux fonctionnent aussi des cubillots, où se font en seconde fusion des moulages de toute espèce et spécialement de fortes pièces de machines pour les usines du centre de la France.

A côté des hauts-fourneaux de Labouheyre, sur la propriété de M. Alexandre Léon, et avec son concours, vient de s'installer, il y a un an à peine, un atelier pour la construction des wagons de chemin de fer. Déjà plus de trois cents wagons ont été livrés à diverses Compagnies et tout indique que cette industrie, toute nouvelle pour le Midi de la France, prendra à Labouheyre des racines sérieuses.

Il n'y a rien à dire des bâtiments de la Société des hauts-fourneaux et de leur architecture, pas plus qu'il n'y aura à mentionner ceux des ateliers de wagons, par la simple raison que, sauf le bâtiment des machines, construit en pierres, il n'y a absolument que de vastes hangars en bois. Ces hangars attestent que le capital n'a pas été converti en pierres inutiles et que le monument n'a pas commencé, comme cela arrive si souvent, par grever l'industrie de charges mortelles. Mais ces hangars ont, dans leur simplicité, un caractère de grandeur. L'air et la lumière y circulent avec abondance et le travail s'y organise librement comme sur la place publique couverte. Les bois qui ont servi à la construction sont injectés de sulfate de cuivre et ont acquis ainsi non seulement la durée, mais une résistance, une dureté exceptionnelles et une incombustibilité précieuse (par incombustibilité, il faut simplement comprendre ininflammabilité) : les bois sulfatés brûlent lentement en se

carbonisant, mais ne s'enflamment pas et offrent ainsi des garanties considérables contre des incendies sérieux.

INJECTION DES BOIS. — LABOUHEYRE.

La Compagnie du Midi a installé à Labouheyre un atelier d'injection des bois de pin destinés à la confection des traverses de chemin de fer. Elle a adopté l'appareil Bréant, que nous avons étudié sous la conduite des ingénieurs. Voici comment on opère dans les ateliers de Labouheyre :

Vingt-cinq pièces de bois sont introduites dans un immense cylindre en tôle de cuivre, de 10m20 de longueur sur 1m25 de diamètre; chacune de ces pièces fournira deux traverses. Une machine à vapeur met en mouvement une pompe qui fait le vide jusqu'à 1/5 d'atmosphère.

Alors, le bois étant dégagé de sa sève et de ses gaz, une pompe foulante introduit dans le cylindre une solution de sulfate de cuivre, dosée à raison de 1 kilo 500 grammes à 2 kilos pour un hectolitre d'eau; elle est soumise pendant cinq à dix minutes à une pression de 8 à 9 atmosphères 1/2, selon que les bois sont plus ou moins secs : en quarante-cinq minutes les bois sont injectés jusqu'au cœur exclusivement. On les retire, et ils servent à faire les poteaux télégraphiques et les traverses employés sur toutes les lignes de France.

La durée moyenne de ces bois est de douze ans; nous avons même vu des traverses qui étaient restées en terre pendant dix-huit ans; elles sont intactes.

Les deux machines de Labouheyre préparent 1,500 traverses ou 750 poteaux par jour.

L'atelier fonctionne depuis le 20 mai 1861; il n'a coûté que 195,000 fr. d'installation. Depuis cette époque jusqu'au 31 décembre 1871, il a préparé 1,100,000 traverses et 25,000 poteaux.

Le prix du sulfate étant de 65 fr. les 100 kilos, chaque traverse, absorbant 600 grammes de sulfate, coûte 50 centimes environ; chaque poteau en absorbe 1 kilo 200 grammes, et revient à 1 fr. 05 c., y compris les frais généraux et l'amortissement de l'atelier.

Le personnel de l'atelier est composé d'un surveillant, d'un chauffeur, de deux ouvriers pour l'appareil et de seize autres pour la manutention des bois.

ÉCOLE DE MORCENX.

La gare de Morcenx, dans la partie centrale des grandes landes, est établie à la bifurcation de la ligne qui de Bordeaux conduit à Bayonne et à Tarbes, dans un vrai désert de sable, à 3 kilomètres du bourg. C'est

un centre important d'exploitation, renfermant un nombreux personnel d'employés, dont les enfants ne pourraient trouver qu'au loin des moyens d'instruction. M. G. Simon, frappé de ce grave inconvénient, il y a une dizaine d'années, obtint du Conseil d'administration de la Compagnie d'y créer des écoles gratuites. Un vaste bâtiment en bois fut transporté de Bordeaux, et, avec quelques additions, devint la maison des écoles. Elle se compose de cinq pièces pour le logement de l'instituteur, d'une chapelle et de quatre salles d'étude : une pour les petits enfants, une pour les filles et deux pour les garçons. Autour se trouvent trois cours et un grand jardin qui donne sur la voie. En outre des enfants des employés de la gare, ces écoles reçoivent un grand nombre d'élèves résidant sur les trois lignes; aussi chaque jour, excepté le jeudi et le dimanche, une partie des enfants est amenée d'une distance plus ou moins grande (depuis Facture, Dax et Mont-de-Marsan) sur les trois lignes ferrées, par lesquelles ils sont ramenés le soir à leurs familles.

Les écoles de Morcenx, ouvertes le 16 mai 1864, vont achever leur huitième année scolaire; mais l'enseignement scientifique élémentaire n'y a été introduit qu'en 1867; l'année 1872 en est seulement la cinquième. Ces écoles, qui ne comptaient que 50 élèves en 1864, en avaient déjà 100 en août 1866. Depuis 1870, elles comptent 200 élèves, nombre qui, provisoirement, ne peut être dépassé, le local étant devenu insuffisant. Les élèves sont ainsi répartis :

1° Petits enfants de 3 à 7 ans : deux divisions d'après les sexes;
2° Garçons : 3 divisions en 5 sections, } à partir de 7 ans, d'après l'âge
3° Filles : 4 divisions en 5 sections, } et le degré d'instruction.

Les *matières obligatoires* sont, de même que dans les autres écoles :

1° Lecture; 2° écriture; 3° langue française; 4° arithmétique; 5° géographie; 6° histoire de France; 7° instruction morale et religieuse.

La lecture est rendue intéressante pour l'enfant par le choix des sujets appropriés à chaque âge et par l'explication exacte des textes.

Les travaux de calligraphie et la confection d'états de comptabilité sont un exercice spécial pour les garçons, destinés pour la plupart à devenir des employés de la Compagnie.

La langue française est enseignée d'après les méthodes les plus rationnelles, celle du P. Girard, de MM. Michel et Rapet, de M. Larousse, etc. (l'exemple avant la règle). Les élèves sont exercés aux narrations écrites et aussi verbales, en vue d'obtenir une élocution nette et facile.

L'enseignement de la géographie mérite d'être signalé; l'étude de chaque pays est l'occasion de remarques des plus instructives aux points de vue agricole, industriel, commercial et même historique. Une riche collection de produits facilite la tâche du maître et tient en éveil l'attention des élèves.

L'histoire de France est enseignée en insistant sur les grandes époques

de la vie nationale. On s'attache par l'exposition et l'étude des faits à former le jugement des élèves et à leur inspirer l'amour de la patrie.

Les matières facultatives suivantes sont enseignées aux garçons :

1° Comptabilité quotidienne; 2° chant; 3° gymnastique, exercices militaires; 4° dessin; 5° mécanique, physique; 6° chimie; 7° cosmographie; 8° histoire naturelle; 9° hygiène; 10° jardinage, greffe et taille; 11° télégraphie.

Pour rendre l'enseignement de l'école des garçons aussi complet qu'on pourrait le désirer, il n'y aurait guère qu'à développer un peu plus la chimie et ajouter l'histoire élémentaire comparée des principales nations.

Les deux salles des garçons ont un aspect qui diffère de celui des écoles en général et qu'il importe de signaler spécialement.

Au lieu d'un plafond et de murs blancs avec quelques cartes, le plafond est un planisphère céleste, offrant les constellations visibles au-dessus de l'horizon; les murs sont couverts de tableaux pour l'enseignement ordinaire, de cartes géographiques, et surtout de tableaux relatifs aux diverses fonctions de la vie animale, aux animaux, aux végétaux et à la géologie. Deux vastes armoires vitrées renferment quelques instruments simples de physique et de cosmographie, quelques modèles de plantes du Dr Auzoux, des collections de chimie, de zoologie, de botanique, de géologie, et aussi de matières utiles avec leurs préparations et emplois divers, notamment une série très complète de tous les produits du département des Landes. Cette salle n'est séparée que par une cloison mobile de la chapelle, qui peut ainsi être agrandie le dimanche pour recevoir aux offices tous les habitants de la station.

Pendant la belle saison, l'instruction des enfants est complétée par des excursions rurales dans les alentours de Morcenx, qui permettent de donner des notions exactes et intéressantes de géologie, de botanique, de topographie.

La salle de l'école des filles est garnie de cartes géographiques, de tableaux tirés de l'histoire sainte, et de vitrines où l'on remarque sur-tout une collection des principaux tissus. On donne beaucoup d'importance au tricot, à la couture et au repassage. Les plus âgées font et raccommodent la plupart des vêtements de leurs familles; elles ont aussi confectionné les uniformes que portent les garçons dans leurs exercices militaires. On leur apprend en outre avec soin la comptabilité quotidienne, les éléments d'histoire naturelle et la télégraphie; on leur fait des leçons de choses, pour lesquelles sont empruntés les tableaux et les objets des salles de garçons.

Dans la section des petits enfants, tenue par Mme Lacaze, et qui correspond aux salles d'asile ordinaires, les murs présentent de nombreux tableaux d'histoire sainte, d'histoire naturelle et de métiers, et des objets nombreux et variés servant aux leçons de choses. Ces enfants sont surtout exercés sur les saisons, les points cardinaux, les lignes,

les angles et les couleurs des objets environnants; sur le système métrique, le calcul mental, et les éléments d'instruction morale et religieuse.

A l'école est joint un jardin botanique, où se trouvent réunis des représentants des principales familles, et les élèves possèdent des jardinets, où chaque enfant des divisions supérieures se livre à une petite culture dont les produits lui appartiennent et sont portés à sa famille.

Dans le jardin de l'instituteur est installé un petit observatoire météorologique où les enfants peuvent apprendre des notions de météorologie, l'usage du baromètre, du thermomètre et du pluviomètre.

Du côté opposé aux écoles, à l'est de la voie, dans le local de la machine fixe à eau, il a été établi des salles de bains, dont la fréquentation est obligatoire pour les enfants.

L'école de Morcenx présente, on le voit, un intérêt réel et nous paraît être bien supérieure aux écoles primaires même les mieux tenues, principalement par la recherche des méthodes. Nous croyons devoir faire connaître le nom des personnes qui se consacrent aux progrès de l'école de Morcenx :

MM. Amé, *inspecteur*.
L'abbé Marcadé, *aumônier*.
Claverie, Lacaze, *instituteurs*.
Mmes Claverie, Lacaze, *institutrices*.

Professeurs...
- MM. Lagane, physique, chimie, mécanique, cosmographie.
- Giry, télégraphie.
- Larrieu, Gymnastique et exercices militaires.
- Audouin, horticulture.
- Mme Laussard, travaux manuels des filles.

LES THERMES DE DAX.

Ce vaste édifice, de forme rectangulaire et d'un aspect monumental, est construit sur les sources mêmes du Bastion et Sainte-Marguerite, les seules qui aient été captées avec soin, sur un banc de boues qu'il exploite.

La ville de Dax est redevable de cette importante création à deux jeunes médecins, hommes de travail et d'initiative hardie, les docteurs Delmas et Larauza.

L'établissement des Thermes de Dax est parfaitement distribué, et l'on y rencontre combinées toutes les dispositions les plus appropriées au besoin des malades.

Toute l'installation balnéo-thérapique est à l'étage inférieur, où l'on descend par de magnifiques escaliers en pierre dure, à paliers fréquents.

Les eaux de Dax y sont administrées en boissons, en bains et en dou-

ches; les BOUES MINÉRALES SULFURÉES CHAUDES y sont employées en applications générales ou locales.

On prend de l'eau de boisson à une buvette établie sur le côté d'un des escaliers, où un jet d'eau thermo-minérale, à sa température initiale, vient se déverser dans une vasque en marbre.

Les bains sont administrés à des températures variées et toujours vérifiées avec des thermomètres, par des baigneurs exercés, dans des baignoires en beau marbre Sainte-Anne des Pyrénées, de belles dimensions. Ces baignoires, *au nombre de quarante,* dont vingt sur chacune des ailes opposées de l'édifice, destinées aux malades des sexes différents, sont enchâssées dans un sous-sol cimenté avec beaucoup de précaution. Les salles de bains sont plus ou moins grandes, suivant qu'elles contiennent une ou deux baignoires; mais toutes sont larges, bien aérées, bien éclairées, et très hautes de plafond; elles donnent toutes sur un vaste couloir qui, d'ailleurs, fait tout le tour de l'édifice et permet aux malades de perdre sans crainte la chaleur communiquée en excès par l'hyperthermalité et de faire en tout temps de franches et complètes réactions.

Une vaste piscine, où peuvent se baigner à l'aise trente personnes au moins, contenant 500 hectolitres d'eau minérale, à courant continu, est encore affectée au service balnéaire pour les deux sexes. Des trapèzes, des anneaux, des cordes à nœuds placés dans cette vaste salle, permettent aux malades d'agrémenter leur séjour dans la piscine et d'y prendre *des attitudes de compensation* dans certains cas de *rigidité* ou de *contracture musculaire.*

Quant aux DOUCHES, générales ou *locales,* elles sont administrées dans six salles différentes. Nous ferons grâce à nos lecteurs des détails d'installation; ne retenant que le fonctionnement de tous les appareils, nous disons qu'il ne paraît rien laisser à désirer.

Les douches d'eau minérale ou simple peuvent être données :

1° *Quant à leur nature :* froides, tièdes, chaudes, très chaudes;

2° *Quant à leur forme :* ascendantes ou descendantes, en jet, en pluie, en lame, à épingles, en cercle, etc.

Leur puissance nous a paru considérable. Enfin, des appareils spéciaux sont réservés aux maladies des voies génito-urinaires chez l'homme et chez la femme.

L'eau minérale de Dax est encore employée sous forme de vapeurs naturelles, grâce à des combinaisons intelligentes; colligées avec soin dans des appareils spéciaux, elles servent à donner des *bains de vapeur généraux ou localisés,* des *bains de caisse, simples, aromatiques, térébenthinés, des douches de vapeur pharyngienne et laryngienne,* etc. Des salles contenant des lits de repos sont disposées en face des étuves où les malades font leurs sudations. En résumé, le traitement externe par l'eau thermo-minérale de Dax, nous paraît magistralement établi aux Thermes.

Quant aux BOUES, sur deux galeries opposées, douze cabines particulières, dont six affectées à chaque sexe, permettent de les administrer en applications locales ou générales.

Une salle particulière, avec des dispositions très ingénieuses d'ailleurs, sert aux applications locales de boues qui doivent être faites d'une façon spéciale. Dans un avenir très prochain, les eaux-mères des salines de Dax seront utilisées par les Thermes.

Nous en aurons fini avec l'installation balnéo-thérapique, lorsque nous aurons dit que sept calorifères placés en divers points des galeries, étaient destinés à distribuer (au cas où *les vapeurs des sources que l'hiver on laisse naturellement se dégager dans toutes les galeries* n'auraient pas suffi à produire ce résultat) une température uniforme dans tous les couloirs, heureuse combinaison qui complète une œuvre si bien comprise à tous égards, et qui en fait une *résidence hivernale* on ne peut plus à rechercher dans une ville à climat déjà privilégié.

Le rez-de-chaussée, les premier et deuxième étages sont affectés au logement des malades. Nous glisserons très légèrement sur le confortable bien entendu des appartements communs et particuliers, leur aspect de bonne et souriante tenue, mais nous retiendrons encore l'heureuse distribution qui permet aux malades qui les quittent en n'importe quel point, de se rendre toujours, à l'abri de l'air extérieur, traversant des galeries vitrées à température uniforme, dans les diverses salles de traitement.

Véritablement enchantés de cette visite, qui nous a permis de constater de *visu* une organisation balnéo-thérapique hors ligne, nous nous faisons un plaisir et un devoir de remercier les jeunes et intelligents fondateurs, MM. les docteurs Delmas et Larauza, de leur hospitalité bienveillante.

SOURCES DE DAX. — FONTAINE CHAUDE [1].

Généralités.

Depuis un temps immémorial, on connaît à Dax, près des bords de l'Adour, des sources thermales qui sont nombreuses et extrêmement abondantes. Elles surgissent au voisinage de l'Ophite, particulièrement dans la Dolomie, et leur niveau est peu supérieur à celui de l'Adour.

M. Hector Serres a fait des analyses de ces sources, et nous allons en résumer les principaux résultats. La plus importante est la *Fontaine chaude,* qui a été utilisée par les Romains et qui ne fournit pas moins de 1,800 mètres cubes par vingt-quatre heures. Celle des *Nouveaux thermes* vient après, et M. Delmas a constaté que son débit atteint 500 mètres cubes quand le bassin est vide, tandis qu'il se réduit à moitié quand il est rempli. La température est de 61°4 pour la première, et de 59°8 pour la deuxième.

Ces sources laissent échapper des gaz qui, d'après M. H. Serres, sont presque entièrement composés d'azote. Toutefois, l'analyse y découvre

[1] Extrait d'un travail envoyé par M. le Dr H. Serres, de Dax.

de 1 à 2 centièmes d'acide carbonique et même de l'oxygène en très petite quantité. Ce dernier y ferait pourtant quelquefois défaut; M. Serres a constaté cinq fois son absence. Ces 14 analyses lui ont fourni en volumes la moyenne suivante :

Az	O	CO^2	SOMME
98,03	0,35	1,62	100,00

L'eau de toutes les sources thermales de Dax est incolore, inodore, très limpide, assez peu chargée de matières minérales pour qu'elle paraisse sans saveur; cependant elle est douce au toucher et légèrement alcaline. Un kilogramme d'eau de la Fontaine chaude a donné à M. Serres :

Gaz en solution

Az	O	CO^2	SOMME
11,45	3,55	4,60	19,60 centimètres cubes

Principes fixes

CaO,SO^3	MgO,SO^3	NaO,SO^3	KO,SO^3	NaCl
0g,35320	0,16957	0,04629	traces	0,28909
CaO,CO^2	MgO,CO^2	FeO,CO^2	MnO,CO^2	silicate de chaux
0,08762	0,01356	traces	traces	0,03383
$3CaO,PO^5$	I,Br	matières organiques		
traces	traces	traces		

SOMME : 0g,99316

Toutes les sources de Dax nourrissent différentes conferves; les deux principales sont l'*Anabaina thermalis* et l'*Oscillaria Grateloupii* (Born). La première est particulière à la Fontaine chaude, et ne se trouve nulle part ailleurs. La deuxième, au contraire, est généralement répandue et se rencontre dans toutes les sources dont la température, ne dépassant pas 50°, ne descend pas non plus au-dessous de 36°. Ces deux plantes ont fourni à l'analyse des traces d'iode et de brome.

L'*Anabaina thermalis,* incinérée, a laissé 60 pour 100 de cendres qui font effervescence avec l'acide et sont essentiellement composées de chaux et de silice. Elles contiennent aussi de la magnésie, du fer, du manganèse, du chlore et de l'acide sulfurique.

L'*Oscillaria Grateloupii* a fourni 45 pour 100 de cendres renfermant plus de silice que l'*Anabaina thermalis*. L'une et l'autre donnent sous l'influence de la lumière des gaz qui paraissent assez variables, et en faisant dégager par compression le gaz de l'*Oscillaria Grateloupii,* M. Serres a trouvé pour sa composition :

Az	O	CO^2	SOMME
63,23	36,03	0,74	100,00

On voit que les conferves des eaux thermales de Dax s'assimilent une portion très forte de substances minérales, et, quand elles se décomposent, elles produisent une boue dans laquelle on prend des bains qui sont regardés comme très efficaces contre les rhumatismes.

La Fontaine chaude.

La Fontaine chaude, connue au treizième siècle sous le nom de Fontaine de *la Néhe,* est une des plus belles sources que possède la France. Non moins remarquable par son abondance que par sa haute température, sa situation dans l'intérieur de la ville en augmente infiniment l'intérêt.

L'eau est retenue dans un bassin quadrilatère un peu irrégulier, et dont les diamètres moyens sont 16^m20 et 21^m20, ce qui lui donne une surface de 343^m44. Il est entouré d'un portique d'ordre toscan, fermé par des grilles. Sa façade principale offre trois arcades séparées par des colonnes engagées reposant sur des piédestaux, entre lesquels sont neuf robinets qui débitent journellement de 1,000 à 1,200 mètres cubes. L'excédant du produit, reçu dans un canal souterrain, va alimenter deux lavoirs, tandis que la majeure partie de celle qui sort par les robinets court se perdre sans usage dans la rivière.

Le volume d'eau retenu dans le bassin varie de 465 à 506 mètres cubes. Son niveau, comme on le voit, également variable, y oscille entre 4^m73 et 4^m85 au-dessus du zéro de l'étiage de l'Adour, dont il suit jusqu'à un certain point les fluctuations. Aucune autre source n'atteint, de bien s'en faut, ni sa hauteur ni son débit.

Du sein de la source s'élèvent incessamment de nombreuses bulles de gaz, qui, jointes aux vapeurs qui se dégagent de toute sa surface, donnent à cette magnifique fontaine l'aspect d'une immense chaudière chauffée au point d'ébullition.

Invisibles quand la température de l'air est élevée, ces vapeurs y sont cependant si abondantes qu'elles forment dans certaines circonstances, et particulièrement en hiver, un brouillard épais qui se répand dans tout le voisinage. Quelquefois, c'est une colonne que le soleil levant colore des teintes sinistres de l'incendie.

Dans sa partie centrale, du côté de la rue, le bassin présente une large dépression un peu irrégulière. C'est de ce point, où sont répartis sans ordre de nombreux soupiraux, ainsi que l'indiquent d'ailleurs les courants continus du gaz qui s'en dégage, que l'eau émerge paisiblement, sans effort ni tumulte, comme si elle sortait d'une éponge ou d'un feutre qu'on presserait doucement de bas en haut.

Il n'y a pas encore très longtemps qu'à la place de cette cuvette était une cheminée conique (1) qui prêtait infiniment au merveilleux, et dont l'imagination, d'accord peut-être avec le fait, avait doté la source. Ce caractère si intéressant, qu'il serait bien temps de lui restituer, a disparu

(1) *Mémoire sur les eaux de Dax,* par J. Thore et P. Meyrac, p. 9.

sous l'accumulation du dépôt minéral, mais surtout des détritus de l'oscillaire.

Beaucoup de personnes que la nature de leurs occupations attirent fréquemment à la Fontaine, assurent que lorsque le temps veut tourner à l'orage, ou que l'atmosphère est chargée d'électricité, sa température s'élève d'une manière très sensible. Sans pouvoir affirmer le fait, j'ai cru y remarquer alors une agitation anormale qui semblait occasionnée par une émission, plus considérable qu'en temps ordinaire, des gaz spontanés. Cet indice, s'il n'est pas la justification rigoureuse du dire populaire, n'en mérite pas moins d'être pris en considération ; car, toutes choses égales d'ailleurs, la quantité de gaz spontané dans une source est ordinairement en rapport avec sa température.

L'usage de cette source est relativement fort restreint. Trois petits établissements de bains en sont tributaires pour une partie de l'eau qu'ils consomment. La plupart des boulangers s'en servent pour fabriquer le pain. Les ménagères l'utilisent à divers usages domestiques pour économiser le combustible. Quelques personnes, après l'avoir laissée refroidir, en font leur boisson habituelle. Beaucoup d'artisans en boivent tous les matins une verrée à jeun. J'ai éprouvé de longue date par moi-même ses bons effets contre certaine gastralgie.

VISITE A LA COLLECTION D'OBJETS PRÉHISTORIQUES DE M. LE CAPITAINE RAYMOND POTTIER.

Ainsi que cela avait été arrêté, le matin en quittant les thermes, les membres de la Commission se sont transportés chez M. Pottier, qui avait, spécialement en vue de leur visite, classé par types sa remarquable collection d'objets préhistoriques, ce qui permettait d'embrasser d'un seul coup d'œil tous les produits d'une même industrie.

La collection se compose : d'une importante série de haches taillées, de dimensions diverses, et dont quelques-unes sont très finement retaillées; de nombreuses pointes de lances et de javelots, de formes variées; de plus de deux cents couteaux; de pointes de flèches, unies et barbelées; de marteaux, de percuteurs, de nuclei et de polissoirs, dont deux sont particulièrement remarquables ; de silex provenant de stations lacustres et de tourbières; de haches polies, de formes et de matières différentes; d'une grande quantité de silex taillés; d'ossements de rennes et de grands mammifères; d'ossements travaillés et d'un morceau de cristal de roche taillé, provenant des cavernes de la vallée du Gave; et enfin d'objets semblables trouvés dans les fouilles faites à Seris (promenade des Baignots, à Dax), pour la captation de sources d'eau chaude.

M. Pottier a présenté aussi à la Commission un fort beau bracelet en or, provenant d'un camp retranché (romain ou gaulois) des environs de Dax.

SALINES DE DAX. — CONCESSION DE SEL DU BOUDIGOT ET PUITS-RICHARD.

L'ingénieur-directeur des travaux, auteur des projets qu'il exécute, avait, en l'honneur de l'illustre Société, fait pavoiser les diverses constructions provisoires en planches qu'un chantier d'une telle importance nécessite. De nombreux drapeaux flottaient pour glorifier la science, juste hommage rendu aux savants français et étrangers présents à cette excursion. Il avait de plus fait dresser un trophée à l'entrée du chantier avec un matériel de sondage bien beau et très complet. Ce trophée était surmonté symétriquement des principaux outils, tels que leviers, pelles, pics, pioches, etc., représentant les armes des mineurs.

M. Richard, frappé dès 1864 des richesses minérales révélées dans les Landes, et après s'être assuré, par de longues études géologiques du bassin de l'Adour, de l'existence d'un gisement salifèrien se prolongeant entre l'Adour et le Lug, et même au delà (N. O. S. E.), gisement qui venait d'ailleurs d'être découvert accidentellement dans le fossé de Saint-Pierre de Dax, M. Richard, dis-je, eut l'idée de se livrer à des recherches. Mais son projet ne put être réalisé qu'en 1870.

Il commença les opérations de sondage le 5 juillet 1870, au point même où se trouve le puits actuellement en voie de fonçage, et le 15 septembre de cette même année il rencontra le sel gemme à 64 mètres de profondeur, après avoir traversé les sables fluides des Landes sur une épaisseur de 18 mètres, et les argiles et gypses appartenant évidemment au tertiaire. Le 28 septembre il avait perforé le premier banc de sel gemme, très blanc et pur, puisqu'il donne à l'analyse 98,79 pour 100 de chlorure de sodium. Ce premier banc a une puissance de 21 mètres, et n'est séparé d'un autre que par une couche de salzthon de 31 centimètres d'épaisseur. Ce second banc a été percé sur 14 mètres sans que l'on ait jugé devoir aller plus loin.

Après la constatation officielle d'une pareille richesse, une concession a été demandée, et la Société a entrepris de faire un puits de 4 mètres de diamètre intérieur, que nous avons vu en cours d'exécution, et dont au premier coup d'œil on a jugé l'importance. Ce puits sera conduit sur le sel en traversant deux niveaux, dont le premier passé est d'une grande abondance. Les plans et coupes des terrains et du puits ont été examinés avec satisfaction.

Ce travail est excessivement important au point de vue géologique. Il permettra de vérifier des doutes sur l'âge relatif du gisement de sel du S. O. et tranchera probablement des divergences d'opinions des géologues, dont les uns les rapportent au trias (marnes irisées), ce qui n'est pas l'opinion de M. Richard, les autres, soit au crétacé, soit au tertiaire. Il éclaircira également quelques doutes par rapport à l'ophite et l'influence de celui-ci sur cette formation. Vu en dehors de ces appréciations de la science pure, et examiné au point de vue industriel et comme

travail d'art, nous pouvons affirmer que c'est une des plus belles œuvres créées dans son genre, et, dans tous les cas, nous le croyons l'unique de son espèce, c'est-à-dire exclusivement construit de moellons de calcaire. D'habitude, on le sait, les puits de mines se font soit en fonte ou tôle, soit en briques, soit en bois. En bon calcaire compact, bien rejointoyé, un puits est impérissable dans toutes ses parties. La brique se désagrége en contact avec l'eau salée, et le métal s'y perfore par l'oxydation très rapidement. Ces raisons, et bien d'autres, celles de l'économie surtout, ont fait donner la préférence par M. Richard aux moellons.

Que de difficultés vaincues et que de moyens ingénieux employés à toute heure; que d'activité dépensée, ainsi qu'on peut s'en rendre compte par l'historique des travaux inscrit dans le registre, signé par les membres de l'Association en souvenir de leur visite, pour arriver à la première couche solide, à 16 mètres de profondeur (faluns bleus). C'est sur la méthode qu'il a employée pour atteindre ce résultat, le plus difficile dans tout ce travail, qu'a été particulièrement attirée l'attention des ingénieurs et hommes compétents présents.

Descendre un puits d'un pareil diamètre verticalement à travers des terrains sans consistance, mis incessamment en mouvement par l'épuisement d'une nappe auquel travaillent deux pompes élévatoires donnant 100,000 litres d'eau à l'heure, semblait, de premier abord, une solution impossible, et cependant ce problème a été résolu.

Oui, ce problème a été résolu, et la première série est posée à 20 mètres de profondeur sur le premier banc d'argile. Celle-ci, comme les deux suivantes, sont, ainsi qu'il est dit, en calcaire provenant des carrières de crétacé supérieur feuilleté de Bidaihe. Les assises sont régulières, c'est-à-dire que chacune d'elles provient d'une même couche. Leur épaisseur varie entre 15 et 28 centimètres. Elles sont taillées en voussoirs ressortant à 4 mètres de diamètre intérieur et ont une queue de 50 centimètres, épaisseur suffisante pour résister à toutes les pressions. Parfaitement rejointoyées au ciment de Portland, associé à une proportion invariable de chaux d'Angoumé, la maçonnerie est littéralement étanche et présente une construction d'appareil fort belle.

Le puits permettra de sortir une quantité illimitée de sel gemme et d'eau saturée. La Société va se monter pour livrer 100,000 quintaux métriques par an de sel raffiné à la consommation, mais elle n'élèvera que progressivement les constructions *ad hoc*.

Les ouvriers travaillent au fond en ce moment avec une nappe d'eau d'une épaisseur de 15 mètres sur leur tête.

On tombait d'étonnement en étonnement devant l'exposé des moyens employés pour atteindre un aussi difficile résultat. Le puits de M. Richard est tout simplement suspendu, et quatre puissants vérins servent pour le redresser quand il a la prétention d'infléchir dans un sens ou dans un autre, et c'est ainsi qu'il est parvenu à obtenir la verticalité.

Si la visite a été courte, elle a été en compensation pleine d'enseignements. Tout le monde a été content, et nous pouvons dire que cette

œuvre a gardé une bonne place dans le souvenir des excursionnistes, qui n'ont pas marchandé à son auteur les plus chaleureuses félicitations.

MINES DE LA BIDASSOA.

Aux environs d'Irun, en Espagne, et à proximité de la Bidassoa, il existe des gîtes importants de fer spathique qui sont en partie changés en limonite. Les anciens les ont exploités sur une grande échelle, comme l'attestent les vastes excavations pratiquées et les accumulations de scories laissées à la surface. Ils recherchaient seulement la limonite qui leur servait à fabriquer le fer par la méthode catalane. Bien que le fer spathique puisse aussi se traiter par cette méthode, ils arrêtaient leurs travaux dès qu'ils le rencontraient. Ces travaux restaient d'ailleurs au-dessus du niveau des eaux souterraines, et même ils étaient à peu près limités à la surface. Pendant la guerre des Carlistes contre les Christinos, ils avaient encore conservé quelque activité, et les minerais de fer d'Irun étaient utilisés pour la fabrication des armes et même des canons. Dans ces dernières années, leur exploitation a été reprise sur une grande échelle.

Les filons de minerai de fer sont très nombreux dans le bassin de la Bidassoa, et notamment dans la région qui s'étend au sud d'Irun; mais si l'on considère seulement ceux qui ont de l'importance au point de vue industriel, on peut en distinguer cinq groupes.

Leur roche encaissante est tantôt le granite et tantôt le schiste.

Le granite est habituellement très quartzeux et pauvre en mica. Ce dernier est brun tombac et peut aussi devenir vert. Quelquefois, comme dans certaines parties traversées par le filon Henry, le quartz est extrêmement abondant et le mica imperceptible.

Le schiste de transition n'a pas encore offert de fossiles. Il est généralement gris noirâtre; mais le long de ses fissures et dans les parties exposées à l'altération de l'atmosphère, il devient jaune brunâtre ou blanchâtre. Il renferme beaucoup de mica séricite. Le quartz y est souvent abondant, indépendamment des veines quartzeuses qui le traversent. Près de Vera, l'on y voit même de très gros filons de quartz, qui sont exploités avec avantage pour l'entretien des routes. Dans certains cas, le schiste est complètement imprégné par du fer oligiste terreux ou écailleux qui lui donne une couleur rouge. Il renferme encore des roches vertes pétrosiliceuses, et ses caractères sont du reste très variables.

Considérons maintenant les filons de fer spathique et, en même temps, ceux de limonite ou d'hématite brune qui proviennent de leur décomposition.

Le minerai s'y trouve concentré dans des colonnes métallifères, et l'on peut admettre qu'il remplit environ les deux tiers des filons, un tiers seulement restant stérile. Leur direction la plus habituelle, dans toute

la région, est N. 40 à 45° O. Lorsqu'ils ont une direction qui dépasse 75° vers l'Ouest, ils ne sont plus assez riches pour être exploités. Leur inclinaison est d'ailleurs voisine de la verticale.

1° Le groupe le plus important est celui dit de Santa-Ursula, qui comprend onze filons exploitables d'hématite brune et de fer spathique.

Si l'on désigne ces filons par des chiffres de 1 à 11, voici les principaux faits constatés pour chacun d'eux.

Le premier, qui est le plus rapproché de la Bidassoa, est déjà exploité.

Le deuxième a été reconnu sur une longueur de 200 mètres, et son épaisseur moyenne est de 2^m50; à son mur, le granite est imprégné sur 0^m60 par un peu de galène et de pyrite de fer, ainsi que par du spath fluor violet.

Le troisième s'observe sur 85 mètres de longueur et présente 4 mètres d'épaisseur.

Le quatrième a fourni une colonne métallifère ayant 4 mètres de puissance.

Le cinquième a été peu exploité.

Le sixième, suivi sur plus de 200 mètres, contient plusieurs colonnes métallifères.

Il en est de même pour le septième qui affleure sur 600 mètres, et dont l'épaisseur est environ 2^m50.

Le huitième affleure sur 100 mètres, et son épaisseur est à peu près de 2 mètres.

Le neuvième se montre sur plus de 350 mètres de longueur, avec une épaisseur de 2^m50.

Le dixième et le onzième ont à peu près la même épaisseur, d'après les vieux travaux, et ils ont été reconnus sur une grande longueur.

Le deuxième et le troisième filon se réunissent: le septième et le neuvième se réunissent aussi, puis divergent suivant trois branches. Leur croisement est stérile, contrairement à ce qui a lieu généralement.

2° Un deuxième groupe, qui présente également beaucoup d'importance, comprend les quatre filons Henry, la Fé, San-Emilio, Miasuri.

Le filon Henry offre la direction N. 20° O, et coupe les trois autres qui sont parallèles entre eux et à ceux du groupe de Santa-Ursula. Ses affleurements sont visibles sur 1,800 mètres, et son épaisseur mesure environ 3 mètres. Il s'incline vers l'Est, et son angle avec l'horizon est au moins de 60°. Tandis qu'il est séparé d'une manière nette de son toit, il tend au contraire à se fondre dans la roche encaissante qui constitue son mur. Il se distingue d'ailleurs complètement des autres filons, en ce que le fer spathique y est traversé par des veines nombreuses de chaux carbonatée. Ces veines blanches forment souvent un réseau très complexe qui enveloppe des fragments anguleux de fer spathique, dont la couleur est jaune ou brune. Des débris de la roche encaissante, et en particulier de granite, sont aussi fréquemment enveloppés dans le filon Henry dans lequel ils ont pris une couleur verte.

Les trois autres filons ont un pendage vers le Nord, et leur gangue

est le quartz, comme ceux du groupe de Santa-Ursula. Ils sont d'ailleurs encaissés dans le granite.

San-Emilio a été suivi sur plus de 300 mètres, et son épaisseur est de 2 mètres. Il se distingue de tous les autres par l'état fibreux et cristallin de son hématite, qui appartient à la variété désignée sous le nom de *glaskopf* par les minéralogistes allemands.

La Fé a été exploré par les vieux travaux sur plus de 700 mètres, et son épaisseur est environ de 3 mètres. Son minerai consiste en hématite brune qui contient moins de quartz que cela n'a lieu dans le filon précédent.

Miasuri est reconnu sur 600 mètres de longueur, et son épaisseur s'élève à 6 mètres. C'est un filon qui se sépare d'une manière très nette de ses deux parois. Il contient de la blende, surtout au mur. Il est resté à l'état de fer spathique, même dans ses affleurements.

3° Sur la commune de Lezaca, on trouve un autre groupe de filons qui sont d'une grande richesse, mais se trouvent malheureusement dans des montagnes d'un accès difficile. Leur direction est N. 20° O. Deux de ces filons méritent d'être spécialement mentionnés.

Le principal se nomme le San-Pablo. C'est un filon encaissé dans un granite blanc, quartzeux, compacte et bien cristallin, contenant quelquefois du mica de couleur verte. Il est formé de fer spathique, qui se montre rarement changé en hématite, même près de la surface. Sur les flancs de la colline, les travaux des anciens l'ont mis à découvert sur plus de 500 mètres. Il est bien réglé et presque vertical. Sa puissance moyenne est de 8 mètres; et même, dans certaines parties, il s'élargirait jusqu'à 20 mètres, s'il faut en croire les déclarations des vieux ouvriers mineurs. Des coins de granite tombés dans ce filon n'ont pas été abattus par les anciens et restent maintenant en saillie. Il est possible que le San-Pablo soit le prolongement du Miasuri qui aurait été un peu dévié vers le Nord.

Un deuxième filon présente une puissance moyenne qui, dans les parties explorées, n'est pas inférieure à 10 mètres; il est encaissé dans le schiste de transition, et formé par de l'hématite brune. Cette hématite est cariée, comme l'est généralement celle qui provient de la décomposition du fer spathique; mais elle offre cette particularité remarquable qu'elle est traversée par une multitude de veines de quartz opaque, poreux et carié, qui sont parallèles entre elles, et en outre aux joints de division du schiste encaissant. Il est probable que ces veines résultent du remplissage par le quartz de fissures produites dans le fer spathique avant sa décomposition en hématite; elles remontent sans doute au moment où le schiste a pris par compression sa structure schisteuse, vraisemblablement à l'un des soulèvements qui ont donné lieu à la chaîne actuelle des Pyrénées.

C'est entre les deux filons de fer de Lezaca, desquels nous venons de parler, que se trouve le gîte important de fer oxydulé duquel il a été question précédemment.

4° Un quatrième groupe, situé près d'Irun, renferme un nouveau filon de fer spathique, le San-Federico.

Ce dernier, encore peu étudié, se dirige de l'Est à l'Ouest magnétique et paraît vertical. On l'a reconnu sur plus de 200 mètres, et dans quelques parties sa puissance devient considérable, car elle dépasse 5 mètres.

Dans le quatrième groupe, il y a en outre deux filons de plomb, ainsi que des gîtes assez irréguliers d'un fer oligiste, quartzeux, dur et caverneux.

Tous ces minerais sont d'ailleurs intercalés dans le schiste de transition.

5° Enfin, la grande richesse en minerais de fer de toute la région qui avoisine la Bidassoa nous est encore révélée par d'autres exploitations.

Mentionnons particulièrement : la mine de la montagne de la Bayonnette, en France; les deux gros filons, l'un de fer spathique, l'autre d'hématite, qui sont encaissés dans le granite de la colline Montoya, près de Vera, dans la Navarre espagnole; les gîtes de fer oligiste écailleux ou terreux qui sont intercalés dans le schiste de transition des collines Baldrone et Pompollieguy.

Occupons-nous actuellement d'une manière spéciale de la composition minéralogique et chimique des filons de fer spathique et d'hématite qui sont exploités par la Compagnie des mines de la Bidassoa.

Le fer spathique présente une couleur blanchâtre, blanc jaunâtre, nankin, brunâtre ou brun foncé. Il est cristallin, en lamelles rhomboédriques enchevêtrées, qui lui donnent un grain plus ou moins gros. Sa perte au feu varie de 28 à 31 pour 100. Il contient généralement moins de 1,5 pour 100 de chaux. Traité par l'acide, il laisse un résidu quartzeux de plusieurs centièmes. D'après des analyses faites dans le laboratoire de M. Henry Sainte-Claire Deville, à l'École normale, il a le grand avantage d'être riche en manganèse; car ce dernier métal, dosé à l'état d'oxyde rouge, varie de 3 à 8,6 pour 100.

L'hématite est brune et appartient à l'hydroxyde de fer, désigné aussi sous le nom de limonite. Elle a une structure cariée ou caverneuse. Sa masse est amorphe ou même terreuse; mais dans les cavités elle devient fibreuse ou mamelonnée. Elle forme encore des enduits luisants, et, dans certains cas, des stalactites. Des analyses faites à l'École des mines apprennent que sa perte au feu varie de 10 à 14 pour 100. En outre, elle paraît contenir moins de manganèse, et, au contraire, plus de résidu quartzeux que le fer spathique. Ces résultats s'expliquent d'ailleurs facilement, puisqu'elle provient de la décomposition de ce minerai.

Les minerais de fer de la Bidassoa ont beaucoup d'analogie avec ceux du pays de Siegen et surtout du Stahlberg, en Westphalie. Comme ces derniers, ils ont le grand avantage de pouvoir servir à la fabrication de l'acier; ils sont remarquables par leur richesse en manganèse, ainsi que par la pureté de leur fer spathique et de leur hématite. En effet, les sulfures y sont très accidentels et toujours en petite quantité. De plus, la

baryte sulfatée y fait défaut, et l'on n'y trouve aucun minéral qui contienne soit de l'arsenic, soit du phosphore.

Actuellement, ces mines sont aménagées de manière à pouvoir produire une quantité annuelle de 50,000 tonnes environ. Les produits sont consommés par différentes forges de France.

Excursion au Château-Montrose.

(13 Septembre 1872.)

Pendant que le plus grand nombre des membres de l'Association qui voulaient participer aux derniers travaux du Congrès étaient emportés vers la frontière de l'Espagne, quelques personnes, au nombre desquelles se trouvaient des hommes spéciaux, allaient visiter le Château-Montrose. Le départ eut lieu à huit heures du matin; la Compagnie du chemin de fer du Médoc avait gracieusement réservé des compartiments pour l'Association française. A Pauillac, où l'on quittait le chemin de fer, les omnibus du château attendaient les excursionnistes qui, montés sur le faîte de ces voitures, voyaient, de chaque côté de la route, défiler rapidement devant eux les grands crûs situés entre Pauillac et Saint-Estèphe : Branne-Mouton, Château-Lafitte, Cos-d'Estournel, Cos-Labory, etc. A quelque distance de ce dernier vignoble, non loin d'un petit bois situé à gauche de la route, on entre sur le domaine de Montrose par un chemin bordé de haies vives. Ce chemin traverse une grande étendue de vignes et conduit bientôt aux bâtiments; on croit entrer dans un véritable village. Amenés au grand trot des chevaux devant l'habitation, nous fûmes cordialement reçus par MM. Dollfus et Saint-Léon, et, en attendant le déjeûner qui nous était gracieusement offert, nous allâmes jeter un coup d'œil sur les vignes; leur aspect était très satisfaisant, quoique elles fussent peu chargées de raisin; leur entretien nous parut irréprochable.

M. Dollfus voulut bien donner quelques renseignements historiques sur la propriété. Ce vignoble, situé dans la commune de Saint-Estèphe, est d'un seul tenant et d'une étendue de 188 journaux, chose rare en Médoc. La première partie, comprenant 150 journaux, avait, avant 1865, époque à laquelle M. Dollfus en devint l'acquéreur, été plantée par M. Dumoulin. La seconde partie est plus récente; des terrains incultes ont été défrichés, défoncés, cultivés en céréales, puis plantés en vignes. C'est ainsi que la propriété s'est agrandie de 38 journaux. Ces améliorations successives ont été faites sous la direction de M. Saint-Léon Boyer Fonfrède, qui apporte un concours savant à la tâche qu'a entreprise M. Dollfus.

Du haut du balcon qui se trouve au premier étage de la maison, l'ensemble du domaine peut être saisi à vol d'oiseau. Le vignoble s'étend de ce côté jusqu'au fleuve et on peut parfaitement en saisir la configuration. Des croupes successives sont séparées par des allées parallèles allant

du nord au sud et de l'est à l'ouest; ces allées découpent aussi des quadrilatères et chacun de ces espaces est complanté d'un cépage particulier.

Après une station devant un puits artésien en voie de forage, et dont la profondeur atteint déjà 164 mètres, sans que malheureusement on ait trouvé d'eau, nous passâmes aux bâtiments d'exploitation. Les bâtiments occupent une surface considérable; ils sont divisés en plusieurs corps de nouvelle construction et séparés les uns des autres par de véritables rues, dont on lit les noms sur des plaques de faïence. Les logements des maîtres-valets et des valets se font remarquer par leur confortable et leur propreté; puis vient la caserne pour les vendangeurs, située sur une grande cour au centre de laquelle se trouve la fosse à fumier, et tout autour les bâtiments suivants : le parc à bœufs, contenant huit stalles, dont cinq sont occupées par dix bœufs, véritables colosses; les écuries agricoles, une écurie de luxe pour des chevaux de luxe, un hangar sous lequel se trouvent rangés les instruments agricoles, charrues, machines à faucher, faneuse, charrettes, etc.; un second hangar qui abrite une forge et la maréchallerie; puis enfin la tonnellerie, d'où sortent, dit-on, des produits modèles. La fosse à fumier qui remplit le milieu de la cour est vaste, mais complètement découverte; elle pourrait recevoir plusieurs améliorations. On entre ensuite dans le cuvier et dans le grenier vendangeur. Là, quoique les vendanges n'eussent pas encore lieu, vu l'époque trop peu avancée de la saison, on ne perdit cependant aucun détail de l'opération, ou, pour mieux dire, des opérations multiples qu'entraîne ce dernier acte de la culture vinicole. Les vendanges furent simulées : un chariot traîné par deux énormes bœufs s'arrête au-dessous de la grande fenêtre du grenier vendangeur; il contient les raisins remplissant plusieurs grands vaisseaux en bois qui, enlevés en quelques secondes par une grue, redescendent presque aussitôt après avoir versé leur contenu dans le pressoir, pour faire place à d'autres. Pendant ce temps, des hommes jettent avec une pelle le raisin dans un égrappoir qui sépare le grain entier de la râpe qui, lorsque son tour sera venu, donnera du vin de presse. Puis, en attendant une nouvelle provision qui ne tarde pas à arriver, le pressoir roule avec un bruit de tonnerre sur ses rails de fer et s'arrête obéissant devant la cuve qui doit être remplie. La cuve pleine est fermée hermétiquement, plâtrée, et l'acide carbonique, sortant à la partie supérieure par un syphon, va barbotter dans un vase qui contient de l'eau. On descend ensuite dans le cuvier; c'est un magnifique spectacle que ces deux rangées de cuves immenses, d'une contenance chacune de 60 barriques environ, dormant sur leurs assises de pierre en attendant que leurs flancs recèlent la joie et la richesse. Là, encore, les opérations des écoulages furent simulées; la première consiste à remplir complètement une cuve du vin contenu dans les autres et provenant des mêmes cépages. Celle-là pleine, on en remplit une seconde et ainsi de suite tant qu'il y a du vin. Cette opération se fait à l'aide de tuyaux en caoutchouc. Ensuite, le vin passe de ces cuves dans la barri-

que, avant-dernier terme de son voyage; pour cela, la barrique portée sur un charriot *ad hoc,* s'arrête devant chaque cuve, lui emprunte une partie de sa liqueur proportionnelle à la quantité totale de vin; de sorte que, arrivée à la dernière cuve, la barrique est pleine et représente une moyenne des vins contenus dans chacun de ces grands vaisseaux.

Du cuvier, on passe dans deux immenses chais; l'un est destiné au vin nouveau, l'autre aux vins vieux; ils sont surmontés tous deux de grands greniers qui servent de magasins. Les vins de 1871 furent dégustés sur place et déclarés remarquables, et, cette excellence des produits coïncidant avec les améliorations apportées dans la fabrication, il est hors de doute que les progrès faits chaque jour en cette voie ne pourront à l'avenir qu'avoir une influence des plus heureuses sur la qualité des produits. A côté de ces chais se trouve un bâtiment, l'ancienne tonnellerie, qui, transformée, doit, dans un avenir prochain, si le propriétaire exécute ses projets, devenir une crèche et une école *laïque,* où seront élevés et instruits les enfants des serviteurs de la maison. Non content de les loger aussi bien que possible, de leur fournir des soins médicaux, de les intéresser dans les bénéfices de l'exploitation, M. Dollfus, qui a pu apprécier les bienfaits de l'instruction dans un pays où le nombre des illettrés est au-dessous de 5 pour 100, veut reporter dans notre département les bienfaits qu'il ne peut plus, provisoirement, espérons-le pour notre chère patrie, répandre sur sa malheureuse Alsace.

Les excursionnistes ne quittèrent pas le Château-Montrose sans remercier M^mes^ Dollfus de la gracieuse hospitalité qui leur avait été offerte, et MM. Dollfus et Saint-Léon des renseignements précieux qui leur avaient été fournis.

Excursion de l'étang de Soustons.

(13 Septembre 1872.)

Le jeudi 12, à onze heures du soir, plusieurs membres de la Section de botanique de l'Association française, sous la direction de M. Durieu, sont partis de la Gare du Midi pour une excursion à l'étang de Soustons.

Le vendredi 13, à six heures du matin, ils arrivaient à Saint-Vincent; une heure après une voiture les conduisait à Soustons.

Arrivés à l'étang, l'exploration de cette localité commença; mais déjà diverses plantes avaient été recueillies à partir de Saint-Vincent. Signalons le *Conyza ambigua, Lepidium Virginicum,* divers *Ericas* abondants dans les Landes, le *Quercus occidentalis,* dont l'écorce est fort utilisée industriellement dans le pays pour la fabrication du liége.

Les plantes intéressantes abondent sur l'étang; signalons d'abord les Characées; le *Nitella hyalina,* par son extrême abondance, sa taille, son développement, mérite d'être cité en premier lieu; nommons encore *Nitella flexilis, Chara coronata, frugifera.*

Isoetes Boriana est une des plantes les plus remarquables qu'il nous ait

été donné de recueillir; elle forme une véritable prairie lacustre dont on a méconnu longtemps l'existence.

Avec l'*Isoetes* ont été trouvées le *Pilularia globulifera*, le *Morrilea quadrifolia, Jobelia Dortmannia, Hibiscus Roreus, Cicuta virosa, Trapa natans;* les habitants du pays tirent un parti avantageux des fruits de cette dernière plante en vue de l'alimentation des animaux.

Le *Panicum vaginatum, Humus heterophyllus, Drosera rotundifolia, Potamogeton varrifolius, Seerzia orizoides, Carex pseudocyperus,* modification caractérisée par la brièveté des pédoncules et la direction dressée des épis, ont également fixé l'attention.

A ces végétaux plus rares ou importants s'en joignent beaucoup d'autres connus comme constituant la population végétale des terrains siliceux des Landes.

L'attention s'est également portée sur diverses plantes de culture; une des plus intéressantes est le *Dolichos melanospermum*, déjà signalé par Thoré au commencement du siècle; cette plante sert à l'alimentation de l'homme et des animaux.

L'absence de la vigne, les cultures assez développées du Maïs, des *Panicum Italicum,* et *Miliaceum* constituent encore quelques traits saillants de la production agricole du pays.

Au point de vue forestier, le *Pinus pinaster,* le *Quercus occidentalis,* le *Quercus pedunculata* et *Tozza* sont les essences dominantes.

Excursion au camp de Cambo.

(13 Septembre 1872.)

La Section d'anthropologie a terminé ses travaux par une excursion au camp de Cambo, situé sur une colline qui domine le cours de la Nive, en face du Pas-de-Rolland, l'un des défilés des Basses-Pyrénées. Les membres de cette section qui assistaient à l'excursion y ont discuté, séance tenante, la valeur des différentes opinions émises sur la série de terrassements de forme irrégulièrement circulaire qu'ils avaient sous les yeux. D'un commun accord, ils ont exclu l'hypothèse d'un camp romain ou même d'un camp celtique, rien dans l'emplacement ou la configuration de ces retranchements ne se rapportant à ce qu'on sait de ceux-ci. Ils renoncèrent également à la supposition d'une ancienne carrière abandonnée ou d'une moraine terminale postérieurement remaniée par l'homme. Par exclusion, ils arrivèrent à penser que ces travaux pourraient bien dater de cette époque lointaine où les Euskes et les Ibères, puis les Euskes et les Celtes vivaient en perpétuelle hostilité, vers le quinzième siècle avant Jésus-Christ.

« Les phases de la lutte qui s'engagea alors, écrit notre historien H. Martin, se perdent dans la nuit des temps. Les Celtes repoussèrent les Euskes aquitains vers la montagne; mais là, rebutés sans doute par

une résistance que la nature des lieux rendait presque invincible, et emportés vers l'inconnu par leur instinct aventureux, ils laissèrent les Aquitains *retranchés dans les vallées septentrionales de la chaîne* et descendirent par les cols des Basses-Pyrénées (le passage de Saint-Sébastien, sans doute) dans la grande péninsule qui ne se nommait point encore l'Espagne. »

L'opinion des membres du Congrès présents, après examen et discussion, peut se résumer ainsi qu'il suit :

« L'ensemble de ces terrassements ne constitue pas un camp à proprement parler, mais une série d'ouvrages destinés à défendre les défilés par lesquels on pouvait pénétrer en Espagne contre les invasions venant du Nord. Les peuplades répandues autour de Cambo et sur les deux rives de la Nive opéraient leur retraite derrière ces retranchements, s'y réfugiaient d'abord avec leurs troupeaux et tout leur avoir, et, s'il le fallait, le passage à travers la montagne s'exécutait dans des conditions sûres pour les femmes et les biens, pendant que les hommes défendaient les ouvrages appropriés dans ce but. Il peut se faire, cependant, qu'en certains points il y ait eu un établissement militaire permanent destiné à servir de base au système adopté pour la retraite. »

Cette façon de voir est conforme à celle que M. de Quatrefages a développée à la séance du 19 mars 1868 de la Société d'anthropologie.

Les membres présents eurent aussi l'occasion d'observer les caractères physiques de cette race si intéressante de Basques, anciennement Euskes, dont la majorité est brune, un certain nombre châtains et quelques-uns blonds.

M. Topinard, de plus, eut la satisfaction d'emporter un crâne offert par le marquis de Folin, bien connu par ses dragages maritimes, crâne fort ancien, vraisemblablement basque, que ce dernier trouva à $2^{m}50$ de profondeur, dans le sable, auprès du cap Breton, simultanément avec un grand nombre d'autres ossements humains. Son indice céphalique de 76 viendrait à l'appui des idées professées par le savant directeur du laboratoire des hautes études d'anthropologie, le docteur Broca.

Cette excursion, sans avoir atteint le grandiose de celle des Eyzies, ne sera donc pas sans profit pour la science, et ceux qui en ont fait partie n'oublieront pas la gracieuse hospitalité que leur ont offerte M. Détroyat et le docteur Delvaille, de Bayonne.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Pages.

Pl. I. — Éclipse totale de soleil du 21 décembre 1871, par M. Janssen..... 78

Le moment reproduit est celui de la totalité.

Pl. II. — Du Balisage des côtes, par M. Vavin, lieutenant de vaisseau..... 184

Pl. III. — Régulateurs de pression, par M. E. Lemoine..... 193

Pl. IV. et V. — Le Compresseur domestique, par M. le Dr Fontaine..... 219

Pl. IV. — Appareil au repos.

Pl. V. — Appareil fonctionnant.

Pl. VI. — Foyer générateur sous pression, par M. Hureau de Villeneuve... 232

P Prise de vapeur.

C Chaudière.

Ch Chapeau en forme de cylindre-cône entouré d'une collerette hélicoïdale.

b Tube d'introduction de l'eau.

E Robinet d'introduction de l'eau.

T Tube de sortie des gaz de la combustion dans le chapeau.

r Rangée de trous faisant communiquer l'intérieur et l'extérieur du chapeau.

t Tube du purgeur.

Pu Purgeur.

L Robinet d'introduction du liquide combustible.

A Robinet d'introduction de l'air dans le foyer.

F Foyer formé par un creuset réfractaire à fond percé et entouré d'amiante.

o Orifice pour l'allumage.

mm Montants qui supportent la chaudière.

a Amiante placée entre le creuset et l'œuf de bronze du foyer.

ce Cercle appuyé sur les montants et supportant la chaudière.

w Tube amenant le liquide combustible au brûleur.

h Orifice de sortie du combustible.

x Calotte contenant de la mousse de platine.

y Cuvette recevant l'excès du liquide combustible.

Pl. VII. — Appareil photographique destiné à l'observation des passages de Vénus, par M. A. Laussedat..... 239

Pl. VIII. — Effets produits par les divers genres de dispersion des axes optiques, par M. Des Cloizéaux..... 323

Pl. IX. — *Corylus Avellana*, par M. H. Baillon..... 496

Fig. 1. Bourgeon floral femelle; coupe longitudinale, montrant l'axe de l'inflorescence, les bractées, et, dans l'aisselle de certaines d'entre elles, un petit rameau qui portera deux fleurs femelles (observations du 15 juin au 20 juillet).

Fig. 2. Une bractée et le petit axe qui occupe son aisselle, encore simple (du 20 juin au 10 juillet environ).

Fig. 3. Le petit axe commençant à se trilober.

Fig. 4. Les deux lobes latéraux du petit axe s'accentuant plus que le médian (ordinairement de beaucoup) et chacun d'eux devenant un réceptacle floral latéral distinct.

Fig. 5. Le petit axe dont les deux lobes latéraux (réceptacles d'une fleur) subsistent à peu près seuls.

Fig. 6. Les deux réceptacles uniflores se sont entourés d'un petit bourrelet circulaire (calice).

Fig. 7. Au-dessus du calice, les réceptacles floraux présentent à leur sommet une petite dépression, premier indice de la cavité ovarienne (du 10 au 25 juillet environ).

Fig. 8. Même groupe de deux fleurs; chacune d'elles présente au-dessus du calice les deux feuilles carpellaires plus élevées, opposées, connées inférieurement.

Fig. 9. Une fleur femelle, plus âgée encore et dans laquelle, au-dessus du calice, les deux feuilles carpellaires se sont élevées davantage, connées inférieurement et séparées plus haut par une fente assez profonde (du 15 au 30 août).

Fig. 10. Fleur femelle, en automne. Les deux feuilles carpellaires, réduites encore aux styles, se sont allongées en deux corps claviformes, chargés de papilles stigmatiques; elles sont portées sur une petite base commune, entourée supérieurement du calice, formant un bourrelet circulaire très obtus, et enveloppée inférieurement des bractéoles qui constitueront l'involucre ou sac de la noisette.

Fig. 11. Fleur femelle à l'époque dite de l'épanouissement. Il n'y a pas trace de loge ovarienne. Les deux styles, très longs et rouges, libres, surmontent une petite masse réceptaculaire déprimée, que couronne un bourrelet calicinal à peine développé (du 15 février au 8 mars environ).

Fig. 12. Section longitudinale de la fleur femelle, passant par le milieu des styles et montrant que la base des sillons médians de la face interne de ceux-ci s'est dilatée en une petite poche ou puits unique (cavité ovarienne), ouvert supérieurement (fin mars à fin avril).

Fig. 13. Section longitudinale, perpendiculaire à celle de la figure précédente, et montrant la dilatation inférieure (demi-loge ovarienne) du sillon longitudinal d'un des styles.

Fig. 14. Section transversale de l'ovaire vers le haut du puits ovarien, dont on voit l'orifice.

Fig. 15. Coupe longitudinale d'une fleur plus âgée. Sur la paroi de la loge, dans l'intervalle des deux styles, on voit la saillie placentaire verticale. Le fond de la cavité est à peu près au même niveau que le calice.

Fig. 16. — La base d'un des placentas commençant à se gonfler pour constituer le rudiment des deux ovules. L'insertion du calice est un peu plus élevée que le fond de la loge (1er mai environ).

Fig. 17. Fleur à peine plus âgée, entourée de son involucre. Le calice s'est encore un peu plus élevé relativement à l'ovaire.

Fig. 18. Section longitudinale d'une fleur du même âge à peu près, et dans laquelle un des ovules s'est déjà arrêté dans son développement, l'autre s'étant seul allongé en forme de cône (26 avril).

Fig. 19. Section transversale d'un ovaire dont les deux placentas pariétaux portent chacun deux dilatations ovulaires latérales au début.

Fig. 20. Ovaire plus âgé. Le calice s'est élevé presque vers le milieu de la hauteur de la cavité.

Fig. 21. Section longitudinale de la même fleur. Le fond de la loge est bien plus bas que le calice. Sur un même placenta, deux ovules égaux en développement et dont le cône nucellaire présente déjà, près de son sommet, un commencement d'enveloppe (7 mai).

Fig. 22. Section transversale d'un ovaire où deux ovules se sont développés également sur un même placenta; ceux de l'autre placenta ont avorté.

Fig. 23. Section transversale d'un ovaire où chaque placenta n'a plus qu'un ovule, l'un à droite, l'autre à gauche (cas le plus ordinaire).

Fig. 24. Ovule descendant. Apparition de l'enveloppe près de son sommet nucellaire.

Fig. 25. Ovule plus âgé. Le sommet de la nucelle enveloppé déjà d'un bourrelet circulaire.

Fig. 25'. Le gynécée, coupe longitudinale à l'époque où les ovules ont l'enveloppe apicale. Le calice répond presque au sommet de l'ovaire.

Fig. 26. Ovule plus âgé. Le micropyle fermé, punctiforme, s'est rapproché de la base de l'ovule.

Fig. 27. Ovule à nucelle recouvert, section longitudinale.

Fig. 28. Ovule plus âgé encore. Exostome fermé; coupe longitudinale.

Fig. 29. Fleur dont le style flétri est entouré du bourrelet calicinal tout à fait supère (épigyne). En bas, la cicatrice de l'involucre enlevé.

Fig. 30. Coupe longitudinale de la même fleur. En bas, l'involucre coupé en long. Deux ovules dans l'ovaire, et au-dessous d'eux la masse parenchymateuse énorme qui constitue le tissu du réceptacle floral et qui, se raréfiant plus tard, a été attribuée, à tort, à une masse intraloculaire dans laquelle se sculpteraient, pour ainsi dire, par résorption du tissu les ovules ou les graines.

Pl. X. — *Rheum officinale* (H. Bn), par M. H. Baillon..... 514

Fig. 1. Port du *Rheum officinale* $\left(\frac{1}{20}\right)$.

Fig. 2. Fleur $\left(\frac{8}{1}\right)$.

Fig. 3. Coupe longitudinale de la fleur.

Fig. 4. Gynécée et disque.

Pl. XI. — Anatomie des Némertiens, par M. Léon Vaillant..... 566

Fig. 1. Appareil stylifère de la *Borlasia baculus* de Qtr. sp. — Gross., 153 diam.

A Première portion de la trompe, ou portion extroversile.

B Seconde portion de la trompe, ou portion stylifère.

C Troisième portion de la trompe, ou portion glandulaire.

a Lame du stylet, — *b* son manche, — *c* espace hyalin, — *d* poches styligènes, — *d'* son canal de communication avec l'espace hyalin, — *e* amas glandulaires? — *f* couches musculaires (les hachures sont conventionnelles et n'ont aucun rapport avec la direction réelle des fibres musculaires que cette figure n'est point destinée à représenter), — *g* cavité post-stylaire.

Fig. 2. Appareil stylifère de la *Borlasia balmea* de Qtr. sp. Ce croquis a été dessiné à la chambre claire, avec autant d'exactitude que possible, en se bornant à indiquer au trait le contour des parties. — Gross., 153 diam.

Les lettres ont la même signification que dans la figure précédente.

Fig. 3. *OErstedia pallida* Kef. — Gross., 20 diam.

a Masses cérébroïdes, — *b* vésicules otolithiques, — *c* trompe.

Fig. 4. Partie moyenne de la trompe chez la *Valencinia longirostris* de Qtr. — Gross., 10 diam.

A Partie postérieure de la région antérieure, — B région moyenne, — *c* partie antérieure de la région postérieure.

Fig. 5. Extrémité terminale de la région postérieure de la trompe chez le *Lineus longissimus* Sow. et insertion du muscle rétracteur sur celle-ci. — Gross , 24 diam.

Fig. 6. Mêmes parties chez le *Nemertes assimilis* Œrsd., montrant la manière dont le muscle s'élargit dans certains cas en entonnoir. — Gross., 59 diam.

Fig. 7. Portion antérieure de la tête du *Borlasia mandilla* de Qtr. sp. — Gross., 24 diam.

Fig. 8. Masse cérébroïde gauche du même individu, montrant la disposition des éléments histologiques. — Gross., 80 diam.

Fig. 9. Éléments histologiques douteux retirés des couches cutanées du *Borlasia mandilla*. Voy. page 576. — Gross., 711 diam.

Pl. XII, XIII et XIV. — Lésions cérébrales dans la folie simple, par M. le Dr A. Voisin..... 961

Pl. XII. — *Fig. 1.* Décoloration et teinte grisâtre de la substance grise d'une portion de la première circonvolution frontale gauche (*a*) chez la malade Hav...

Fig. 2. *a a a* Altération au premier degré de cellules de la substance corticale de la circonvolution sus-indiquée, — *b* lésions au deuxième degré d'une cellule.

Grossissement : $\frac{290}{1}$.

Fig. 3. Taches grisâtres des circonvolutions cérébrales de la nommée V. B...

Grandeur naturelle.

Fig. 4. Altérations vasculaires, amas de pigment et infarctus observés dans une de ces taches.

Grossissement : $\frac{290}{1}$.

Fig. 5. Altérations des vaisseaux observées dans ces taches; leur fragmentation et leurs pigmentations.

Grossissement : $\frac{290}{1}$.

Fig. 6. État de cellules trouvées dans ces taches; lésions de cellules au deuxième degré.

Grossissement : $\frac{290}{1}$.

Pl. XIII. — Altérations de vaisseaux artériels et de cellules de la substance grise (zone moyenne) de la deuxième circonvolution occipitale gauche, chez la nommée At..., aliénée, âgée de trente-deux ans.

Fig. 1. *aaa* État granulo-graisseux des parois vasculaires, — *bbb* cellules présentant des lésions du premier degré, — *f* cellule altérée au deuxième degré.

Grossissement : $\frac{190}{1}$.

Fig. 2. *aa* État granulo-graisseux des parois vasculaires.

Grossissement : $\frac{290}{1}$.

Pl. XIV. — *Fig.* 1. Anévrismes miliaires dans la substance corticale des circonvolutions frontales, chez la nommée Dech...

Grandeur naturelle.

Fig. 2. Altérations granulo-graisseuses de capillaires de ces circonvolutions frontales.

Grossissement : $\frac{290}{1}$.

Fig. 3. Altérations granulo-graisseuses des capillaires de la circonvolution pariétale gauche, chez cette même malade.

a Cellule altérée au troisième degré.

Grossissement : $\frac{290}{1}$.

Fig. 4. Tache d'une circonvolution vue à un grossissement de *290 diamètres* (même malade).

aa Hématosine et pigment, — *bbbb* vaisseaux en fragments et en débris.

Fig. 5. Quelques cellules observées dans l'une des circonvolutions frontales de la même malade Dech.....

aa Cellules saines, — *b* altérations au deuxième degré, — *c* altérations au troisième degré.

Grossissement : $\frac{290}{1}$.

Fig. 6. Altérations de cellules de la substance corticale des circonvolutions pariétales de l'hémisphère droit chez l'aliénée Pous.....

a Lésions de cellules au premier degré, — *bb* lésions de cellules au deuxième degré, — *cccc* lésions de cellules au troisième degré.

Grossissement : $\frac{290}{1}$.

Pl. XV. — Bains d'air comprimé, par M. le Dr Fontaine..... 1047

TABLE ANALYTIQUE

Abbadie (d'). — Études sur la verticale, 159.

Absinthe (Propriétés biologiques de deux isomères, le camphre du Japon et l'essence d'); leur influence dans la glycogénie, 933.

Accroissement des os longs, 791.

Acide racémique. V. *Acides tartriques.*

—— (Séparation et dosage de l') phosphorique, 367.

Acides (Transformations des) tartriques, 346.

—— (Hydrates des) gras monobasiques, 414.

Acoustique. V. *Intervalles.*

Actinomètres, 285, 467.

Aéro-vapeur, de Warsop, 202.

Affaissement de la Pointe-de-Grave, 490.

Afrique (Voyage des cinq Nasamons d'Hérodote en), 1118.

Age de la Pierre (Classification des diverses périodes de l'), 768.

Aimants (Distribution du magnétisme dans les), 336.

—— V. *Compensateur.*

Air comprimé. V. *Bains.*

Albumine (Action de l'ozone sur l'), 396.

Alcaloïdes (Répartition des) dans les quinquinas, 544.

Alcoomètre doloscope, 332.

Aldanes. V. *Aldéhydes.*

Aldéhydes (sur les) condensées avec élimination d'eau, ou aldanes, 392.

Algues marines (Distribution géographique des) dans le golfe de Gascogne, 543.

Aliments dynamophores, 830.

Amazone (les Indiens du Brésil et en particulier du bassin de l'), 67.

Ambulances. V. *Chirurgie.*

Anémomètres. V. *Vents.*

Anévrysmes (du Sphygmographe dans la cure des), 1026.

Angle de Daubenton (sur l') en anthropologie, 742.

Annelés. V. *Némertiens.*

Annélides. V. *Invertébrés.*

Anthropo-géographie, 1197.

Arcachon. V. *Huîtres, Invertébrés.*

Archéologie préhistorique (Recherches d') dans l'arrondissement de Dax (Landes), 771.

Argent. V. *Chlorure.*

Armaingaud (Dr). — Du Point douloureux apophysaire dans les névralgies et de l'Irritation spinale, 893.

—— De nos Institutions d'hygiène publique et de la nécessité de les réformer, 1030.

Arson. — Compensation de la déviation du compas de marine à bord des navires en fer, 178.

Assainissement de la ville de Lisbonne, 227.

Atherura africana. V. *Glandes.*

Atmosphère. V. *Fluorescence, Polarisation.*

Atomicité (Considération sur l'), 438.

Auschitzky. — Notes sur l'ostréiculture dans le bassin d'Arcachon, 619.

——Rapport sur les concessions des terrains destinés à l'ostréiculture, 651.

Baillon (H.). — Recherches sur l'organogénie florale des Corylées, 496.

—— Sur l'organisation des Rheum et sur la Rhubarbe officinale, 514.

Bains (Nouveaux Appareils pour administrer les) d'air comprimé, 1047.

Balguerie (R.). — Docks, canaux des Landes, silviculture, irrigations, dessèchement et colmatage, 504.

Balisage des côtes, 184.
Baromètres, 463.
Baudrimont. — Observations sur la structure la plus intime des corps, 357.
—— Composition chimique des sables des dunes du département de la Gironde et des cendres des végétaux qui croissent sur leur surface, 549. — Constitution et composition chimiques des différents sols arables de la Gironde, 551.
Baudrimont fils (Dr). — Digitale et Digitaline, 1030.
Baumhauer (Von). — Le Bureau scientifique néerlandais, 363.
Baye (J. de). — Grottes préhistoriques de la Marne, 770.
Berchon (Dr). — Sur l'origine et le but du tatouage, 741.
Bergeron. — Note sur les améliorations économiques à apporter dans la construction et la marche des machines locomotives, et sur les moyens d'empêcher les incrustations dans les chaudières, 202.
—— Transport rapide et économique des marchandises, 216.
Berthelot. — Recherches calorimétriques sur l'état des corps dans les dissolutions, 340.
—— Discussion sur la densité de vapeur du perchlorure de phosphore, 442.
Beline. — Discussion d'un programme d'études météorologiques, 462.
Bibliographie. V. *Canal des Landes, Némertiens*.
Bitot (Dr). — Des Avantages de la vératrine dans les affections cardio-vasculaires non encore parvenues à la période cachectique, 872.
Blessés. V. *Chirurgie*.
Boa (sur les organes génitaux du), 659.
Boisement. V. *Landes*.
Bombyx. V. *Ovologie*.
Bonet (Magin). — Découverte ou démonstration de la strychnine en petite quantité dans les expertises judiciaires, 457.
Bordeaux. V. *Ensablement, Fouilles, Instruction publique, Rade*.
Boues. V. *Balisage*.
Boulland (Dr L. Ch.). — De la Contractilité physique et de quelques autres propriétés que présentent les tissus non vivants de l'organisme animal et notamment de l'endosmose des gaz et des vapeurs, 938.
Brancardier. V. *Chirurgie*.
Brésil (les Indiens du) et en particulier du bassin de l'Amazone, 67.
Brise-pierre. V. *Lithotritie*.
Broca (P.). — Sur la Migration des peuples des dolmens, 722.
—— Sur l'Angle de Daubenton en anthropologie, 742.
—— Discussion sur la caverne de l'Homme-Mort. 761. — Sur les crânes et ossements de la caverne de l'Homme-Mort, 763.
Brodie (Benj.). — Sur l'Ozone, 356.
Bromure de potassium, son antagonisme avec l'essence d'absinthe, 933.
—— V. *Absinthe, Chlorure*.
Bureau scientifique néerlandais, 363.
Calédonie (Nouvelle-). V. *Conchyliologie*.
Camphre du Japon (Propriétés biologiques de deux isomères, le) et l'essence d'absinthe : leur influence dans la glycogénie, 933.
Canal des Landes, 504.
—— *maritime* (Projet de) de l'Océan à la Méditerranée, 1122.
Capsules. V. *Fulminate*.
Carbone. V. *Isoméries*.
Carles (P.). — Etude chimique du givre de vanille, 445.
—— Répartition des alcaloïdes dans les quinquinas, 544.
Cartailhac (E.). — Discussion sur la caverne de l'Homme-Mort, 762.
Carte vinicole annuaire du Bas-Languedoc et du Roussillon, 1119.
Catalan (E.). — Nouvelle formule d'intérêts composés, 141.
—— Résumé des théories des polyèdres semi-réguliers, 147.
Caverne de l'Homme-Mort, 748, 763.
Caylux (Espèces nouvelles fossiles de), 613.
Cendres. V. *Sables*.
Cercle azimutal, 110.
Cerveau. V. *Folie, Hémisphères cérébraux, Primates*.
Ceylan (Description de l'île de), 1063.
Chaleur. V. *Conductibilité, dissolution, radiation solaire*.
—— *animale* (Quelques *desiderata* de la théorie de la), 821.
Champignons. V. *Circinella, Spores*.
Chasteignier (de). — Présentation d'une lame de silex du bassin de la Creuse, 740.
—— Discussion sur la caverne de l'Homme-Mort, 760, 762.
Chatin (Joannès). — Développement de l'ovule et de la graine des Scrofularinées, 538.

—— Observations sur l'anatomie du *Tanghinia venenifera*, 539. — Recherches pour servir à l'histoire anatomique des glandes odorantes chez quelques mammifères, 557.
Chaudières à vapeur (Moyen d'empêcher les incrustations dans les), 202.
—— V. *Foyer générateur, Aéro-vapeur.*
Chauvet (G.). — Station de l'époque du Renne au Menieux (Charente) — Dolmen de Pierre-Rouge, 734.
Chavée (H.). — L'Anthropologie et la Méthode intégrale en linguistique, 680.
Cheiroptères. V. *Glandes.*
Chirurgie (Réforme de notre) militaire, 87.
Chloral (des Injections intraveineuses de). — Leur efficacité dans l'empoisonnement par la strychnine et dans le tétanos traumatique, 971.
Chlore (Dérivés provenant de l'action du) sur quelques composés du groupe en C^3, 379.
Chlorure d'argent (Modifications diverses du), 361.
—— V. *Densité.*
Cinchonine. V. *Alcaloïdes.*
Circinella (Genre nouveau des Mucorinées), 529.
Circulation (Communauté de la), 51.
Civettes. V. *Glandes.*
Claveau (A.). — Sur la Notion d'espèce et la Limitation des groupes scientifiques, 543.
Cœur (Maladies du). V. *Vératrine,* 872.
Coloration (Changement de) des animaux, 623.
Colophane. V. *Résine.*
Combes (Ludomir). — Etudes stratigraphiques et paléontologiques sur les terrains jurassiques, crétacés et principalement tertiaires du Lot-et-Garonne et sur les phosphates de chaux naturels de Quercy (Lot), 482.
Combustion (Foyer générateur de vapeur à) sous pression, 233.
Communauté de la circulation, 51.
Compas (Compensateur des déviations du) de marine, 178.
Compensateur des déviations du compas de marine, 178.
Compresseur domestique, 219.
Conchyliologie terrestre et fluvio-lacustre de la Nouvelle-Calédonie, 623.
Conductibilité (Influence de la température sur la) électrique des métaux, 273.
Contractilité (de la) physique et de quelques autres propriétés que présentent les tissus non vivants de l'organisme animal et notamment de l'endosmose des gaz et des vapeurs, 938.
Cornu (A.). — Histoire de l'Association française (Séance d'ouverture), 44.
—— Sur la Photographie du spectre ultra-violet, 300.
—— Détermination de la vitesse de la lumière, 320.
Cornu (Max.). — Sur la Reproduction sexuée des Saprolégniées et sur les Chytridinées parasites, 543.
Corylées (Organogénie florale des), 496.
Costeplane de Camarès (de). — L'Afrique, voyage des cinq Nasamons d'Hérodote, 1118.
—— Etude anthropo-géographique, 1197.
Couronne. V. *Éclipse totale.*
Crânes (sur les) et ossements de la caverne de l'Homme-Mort, 763.
Crâniologie. V *Prognathisme.*
Crâniophore, 692.
Dactylologie, à l'usage des sourds-muets, 1153.
Daubenton (sur l'angle de) en anthropologie, 742.
Davillé (Saint-Ange). — Exposé d'une nouvelle dactylologie à l'usage des sourds-muets et des aveugles, basée sur l'emploi des signaux télégraphiques Morse, 1153.
Dax. V. *Archéologie préhistorique.*
Delbos. — Composition chimique des sables des dunes du département de la Gironde et des cendres des végétaux qui croissent à leur surface, 549.
Delfortrie. — L'Ensablement de la rade de Bordeaux. — Affaissement de la péninsule de Grave, 490.
—— Le préhistorique dans le département de la Gironde, 702.
Denise (Homme fossile de), 780.
Densité de vapeur du perchlorure de phosphore, 426
Des Cloizeaux. — Mémoires sur les propriétés optiques les plus propres à déterminer le type cristallin des espèces naturelles ou artificielles dont les cristaux sont imparfaits ou offrent une forme limite, 323.
Desmaisons (Dr). — De la folie en Guyenne au temps de Henri IV, 845.
Déviations (Compensateur des) du compas de marine, 178.
Diabète (Traitement du) V. *Camphre.*
Diapnomètre, 943.
Digitale et Digitaline, 1030.

Dissolutions (Recherches calorimétriques sur l'état des corps dans les), 341.
Distance zénithale. V. *Lunette.*
Dolmens (Présentation de silex, etc, provenant des) de la Lozère, 720.
—— Distribution des dolmens dans la Lozère, 722. — Migration des peuples des dolmens, 722. — Dolmens du Portugal, 725. — Dolmens de Pierre-Rouge, commune d'Edon (Charente), 734.
Dordogne. V. *Préhistorique.*
Douliot. — Sur les Stations préhistoriques dans le département de la Dordogne, 788.
Dubroca (G.). — L'alcoomètre doloscope, révélateur des fraudes sur les eaux-de-vie, 323.
Dunes. V *Sables, Sols arables.*
Dupuy (Dr Paul). — Quelques *desiderata* de la théorie de la chaleur animale, 821.
—— La Liberté politique et la Liberté individuelle, 1132.
Durand (l'abbé). — Les Indiens du Brésil et en particulier du bassin de l'Amazone, 67.
Dynamisme (du) comparé des hémisphères cérébraux dans l'homme, 824.
Dynamophores (Aliments), 830.
Eau de mer (Pain fabriqué avec l'), 1044.
Eaux-de-vie fraudées. V. *Alcoomètre.*
Eaux minérales (sur l'état du soufre dans les) des Pyrénées, 354.
Eclairs, 472.
Eclipse totale du 12 décembre 1871, 71, 78.
Économie politique (des Lois qui constituent le caractère scientifique de l'), 1105.
Edon. V. *Dolmens, Station.*
Elastomètre, 941.
Électricité atmosphérique, 473.
—— V. *Conductibilité, télégraphe.*
Endosmose des gaz et des vapeurs. V. *Contractilité.*
Ensablement de la rade de Bordeaux, 490.
Enseignement (Projet d'organisation de l') intégral en France, 1185. — Primaire, secondaire. V. *Instruction publique.*
Éphidrose unilatérale de la face, 869.
Épilepsie (sur un mode de traitement de l'), 938.
Équivalent de réfraction, 361.
Espèce (sur la notion d') et la limitation des groupes spécifiques, 543.
Ethnogénie des populations du Sud-Ouest de la France, particulièrement du bassin de la Garonne, 666.
Étoiles (Scintillation des), 148.
Évaporomètre, 472.
Excideuil (la grotte de l'église à), 705.
Expérimentation (de l') physiologique comme fondement de la thérapeutique rationnelle, 1025.
Faivre. — Sur la structure et les usages des urnes des Népenthes, 536.
Faget (Marius). — Exposé de l'état de l'instruction publique à Bordeaux de 1870 à 1872, 1116.
Fermentation (Faits nouveaux pour servir à la théorie de la), 450. — Sur les fermentations, 459.
Fièvre intermittente. V. *Névroses vaso-motrices.*
Filhol. — Sur l'état du soufre dans les eaux minérales des Pyrénées, 354.
Filhol (Henri). — Sur quelques espèces nouvelles fossiles de Caylux (Tarn-et-Garonne), 613.
Flèches-harpons préhistoriques, 689.
Fleury (Dr de). — Du Dynamisme comparé des hémisphères cérébraux dans l'homme, 834.
Fluor, 425.
Fluorescence et polarisation de l'atmosphère, 278.
Folie (de la) en Guyenne au temps de Henri IV, 845.
—— Études d'histologie pathologique dans la folie simple, 961.
Foncin (P.). — Projet de canal maritime de l'Océan à la Méditerranée, 1122.
Fonds de mer (Exposé des recherches sur les), 625.
Fontaine (Dr). — Le Compresseur domestique, 219.
—— Nouveaux appareils pneumatiques pour administrer le bain d'air comprimé, 1047.
Fonte. V. *Hauts-Fourneaux.*
Force élastique (sur l'expression de la) d'une vapeur saturée en fonction de la température, 143.
Fouilles faites dans le jardin de la Mairie à Bordeaux, 727.
Fourcand. — Discours (Séance d'ouverture), 41.
Foyer générateur de vapeur à combustion sous pression, 233.
Friedel (C.). Sur quelques Isoméries dans le groupe des composés à 3 atomes de carbone, 375
Fulminate. Organisation de l'atelier de la Capsulerie de Bordeaux, 407.
Gamme, 301.
Gariel (C.-M.). — Sur la Distribution du magnétisme dans les aimants, 336.
Gascogne (les Landes de), 130.

Gassies (J. B.). — Faune conchyliologique terrestre et fluvio-lacustre de la Nouvelle-Calédonie, 623.
—— Discussion sur les migrations des peuples des dolmens, 727.
—— Résultat des fouilles faites dans le jardin de la Mairie de Bordeaux, 727.
Gautier (Armand). — Sur quelques Combinaisons où le phosphore paraît exister dans un état particulier analogue au phosphore amorphe, 397.
Gaz (Répartition et mode de régulation des pressions dans un réseau de conduites à), 193.
Géographie (Enseignement de la), 1181.
Géologie de l'arrondissement de Dax, 495.
Germination (Recherches physiologiques sur la), 499.
Gironde (Département de la) V. *Instruction publique, Phylloxera, Préhistorique, Terrains.*
Givre (Étude chimique du) de vanille, 445.
Gladstone. — Sur les équivalents de réfraction, 361.
Glandes (Histoire anatomique des) odorantes chez quelques mammifères, 557.
—— V. *Boa.*
Glaucôme (sur le) aigu, 955.
Glycogénie. Influence du camphre du Japon et de l'essence d'absinthe, 933.
Goniomètre pariétal, 735.
—— occipital. V. *Angle de Daubenton.*
Goître exophthalmique, V. *Névroses vaso-motrices.*
Graine (sur la rénovation des enveloppes de la), 504.
Grandidier (A.) — Description de l'île Ceylan, 1063.
Graves (Maladie de) V. *Névroses vaso-motrices.*
Grésil, 472.
Grimaux (Édouard). — Sur les hydrates gras monobasiques, 414.
Grotte de l'église à Excideuil (Dordogne), 705. — Grotte de Saint-Pierre dans la Lozère. — Caverne de l'Homme-Mort, 748-763. — Grotte préhistorique de la Marne, 778. — Grotte de Menieux.
Guérin (Al.). — De la Communauté de la circulation, 51.
Guerre (les Services que la science moderne peut rendre à l'art de la), 57.
Hamy (E.-T.). — Contribution à l'étude des lobes cérébraux des primates, 787.
Harpons (sur les flèches-) préhistoriques, 689.
Hauts-fourneaux dans les Landes, 136.
Héliotropes, 117.
Hémisphères cérébraux (du Dynamisme comparé des) dans l'homme, 834.
Henninger (A.). — Synthèse de l'orcine, 354.
Histologie (Études d') pathologique dans la folie simple, 961.
Homme fossile de Denise, 780.
—— (Station de l') préhistorique dans le département de la Dordogne, 788.
Hovelacque (Abel). — Discussion sur l'ethnogénie du Sud-Ouest de la France, 919.
—— Note sur les divisions de la langue indo-européenne, 736.
Huîtres (sur la culture des) à Arcachon rie mécanique du vol des oiseaux, 235.
—— (verdissement des), 624.
Hureau de Villeneuve (Dr) — Foyer générateur de vapeur à combustion sous pression, 232.
Hureau de Villeneuve (Mme). — Théo- 614, 619.
Hydrates des acides gras monobasiques, 414.
Hygiène (de nos Institutions d') publique et des moyens de les réformer, 1030.
—— De la transformation opérée dans les Landes au point de vue de l'hygiène, depuis leur assainissement, 1052.
Hygromètre à cheveu, à condensation, 468.
Hygrométrie, 468.
Incrustations (Moyens d'empêcher les) dans les chaudières à vapeur, 202.
Indiens (les) du Brésil et en particulier du bassin de l'Amazone, 67.
Injections des pins, 133.
—— intra-veineuses du chloral, leur efficacité dans l'empoisonnement par la strychnine et dans le tétanos traumatique, 971.
Inoculation post-vaccinale. V. *Variole.*
Instruction publique (État de l') à Bordeaux de 1870 à 1872, 1116.
—— Des programmes de l'instruction publique, 1159.
Intégrale (Méthode). V. *Linguistique.*
Intégration d'un système d'équations aux différentielles partielles à coefficients périodiques, 255.
Intérêts (Nouvelle formule d') composés, 141.
Intervalles musicaux. Leur mesure, 301.
Invertébrés (sur quelques) du bassin d'Arcachon, 652.
Investissement (des Positions centrales et de l') des places fortes, 206.
Iridectomie. V. *Glaucôme.*
Irritation spinale, 905.

Isoméries (sur quelques) dans le groupe des composés à 3 atomes de carbone, 375.
Janssen. — Eclipse du 12 décembre 1871, 78.
Jobert. — Organes du toucher des poissons, 613.
Jungfleisch (E.). — Sur les Transformations des divers acides tartriques, 346.
Laborde (Dr).— De l'Expérimentation physiologique comme fondement de la thérapeutique rationnelle et de la méthode expérimentale dans ce cas, 1025.
—— Présentation d'une aiguille ayant séjourné pendant neuf ans chez un individu vivant, 1025.
Lacoste. — Nouvelle méthode de lecture, 1197.
Lafargue (Georges). — Des Programmes de l'instruction publique et d'un Projet d'organisation de l'enseignement intégral en France, 1159.
Lagneau (Dr Gustave). — Ethnogénie des populations du Sud-Ouest de la France, particulièrement du bassin de la Garonne et de ses affluents, 666.
—— Discussion sur les crânes et ossements de la caverne de l'Homme-Mort, 765.
Laliman. — Discussion sur le Phylloxera, 660.
Lallemand (A.). — Sur la Polarisation et la fluorescence de l'atmosphère, 278.
Lande (Dr). — Présentation d'une pince pour la trachéotomie, 971.
Landes (les) de Gascogne, 130.
—— V. *Archéologie préhistorique, Canal, Géologie, Hygiène, Sols arables.*
Langue commune indo-européenne. Ses subdivisions, 736.
Languedoc (Carte vinicole annuaire du Bas-), 1119.
Laporte. — Application des machines à diviser aux instruments de géodésie, 155.
Lartet (Louis). — Sur les Terrains tertiaires de la Gironde, 495.
Laugerie-Basse (sur le squelette de), 766.
Laussedat (A.). — Les Services que la science moderne peut rendre à l'art de la guerre, 57.
—— Sur un Appareil photographique destiné à l'observation des passages de Vénus, 239.
Lecoq de Boisbaudran. — Relations entre les poids des molécules et la composition de la lumière qu'elles émettent, 459.
—— Sur les flèches-harpons préhistoriques, 686.
Lecture (Nouvelle méthode de), 1197.
Le Fort (Léon). — Réforme de notre chirurgie militaire, 87.
—— Sur le Glaucôme aigu, 955.
Lemoine (E.). — Sur la Répartition et le mode de régularisation des pressions dans un réseau de conduites à gaz, 193.
Le Monnier. — Sur la Nervation des enveloppes de la graine, 504
—— Sur les *Circinella*, genre nouveau de la famille des Mucorinées, 529.
Léon (Alexandre). — Les Landes de Gascogne, 130.
Léon (Dr A.). — Considérations sur l'étiologie du scorbut, 970.
Lespinasse. — Sur la Distribution géographique des algues marines dans le golfe de Gascogne, 543.
Létiévant (Dr). — Persistance de la motilité et de la sensibilité après la section des nerfs des membres (motilité et sensibilité suppléées), 886.
Leudet (Dr E.) — Une Observation d'éphidrose unilatérale de la face, 869.
Liberté politique et liberté individuelle, 1133.
Liès-Bodart. — Sur l'Oxydation des matières albuminoïdes du sang, 396.
Linder. — Discussion d'un programme d'études météorologiques, 462.
Linguistique (l'Anthropologie et la Méthode intégrale en), 650.
—— V. *Langue.*
Lisbonne (Assainissement de la ville de), 227.
Lisle (Dr E.). — Du Pain fabriqué avec l'eau de mer, et de son influence sur notre organisation, 1044.
Lithotritie (Appareil pour la), 792.
Lobes (Contribution à l'étude des) cérébraux des primates, 787.
Locomotives (Améliorations économiques à apporter dans la construction et la marche des machines), 202.
Lozère (Département de la). V. *Dolmens, Grottes*
Lumière (Intégration des équations différentielles de la loi du mouvement des molécules d'un milieu qui transmet la), 255.
—— (Détermination de la vitesse de la), 320.
Lunette zénithale de l'Observatoire du Capitole, 145.
Lymphosarcôme, 885.
Macé (Dr). — Résumé d'un Mémoire sur les fermentations, 549.
Machines à diviser (Application des) aux instruments d géodésie, 155.

Mâchoires dites *taillées* d'ours des cavernes, 685.
Magnétisme (Distribution du) dans les aimants, 336.
—— V. *Compensateur*.
Mangouste. V. *Glandes*.
Marcet (William). — Recherches sur les phénomènes chimiques de la nutrition des muscles et des poumons à l'état normal et dans la tuberculose, 365.
Marié-Davy. — Discussion d'un programme d'études météorologiques, 462.
Marne (Grottes préhistoriques de la), 770.
Massénat (Élie) — Sur le Squelette de Laugerie-Basse, 767.
Masson (G.). — Situation financière de l'Association (Séance d'ouverture), 49.
Méditerranée (Projet de canal maritime de l'Océan à la), 1122.
Menieux. V. *Station*.
Mercadier (E.). — Mesure des intervalles musicaux, 301.
Méridienne (de la) de France, 101.
Mesures (Uniformité des) dans les observations météorologiques, 462.
Métadier (Dr). — Sur le Wood-fish, 656.
—— Organes génitaux du Boa, 659.
Météorologie et physique du globe. Discussion d'un programme d'études, 462.
Méthode intégrale. V. *Linguistique*.
Microscope (Emploi du) polarisant pour déterminer les types cristallins, 323.
Migration des peuples des dolmens, 722.
Moelle épinière. V. *Irritation spinale*.
Mortillet (G. de). — Classification des diverses périodes de l'âge de la pierre, 768.
Motilité (Persistance de la) et de la sensibilité après la section des nerfs, 886.
Mucorinées (sur les *Circinella*, genre nouveau des), 529.
Muscles. V. *Nutrition*.
Navigation aérienne (Nouvel appareil de), 176.
—— Direction des aérostats. 231.
Neige, 472.
Némertiens (Étude anatomique des), 566.
Nepenthès (Structure et usage des urnes des), 536.
Nerfs (sur une terminaison spéciale des), 930.
—— V. *Motilité*.
Nervation (sur la) des enveloppes de la graine, 504.
Névralgies (du Point douloureux apophysaire dans les) et de l'irritation spinale, 893.
Névroses vaso-motrices (Considérations sur les) dans leurs rapports avec l'irritation spinale, 914.
Nuages, 473.
Nutrition (Phénomènes chimiques de la) des muscles et des poumons à l'état normal et dans la tuberculose, 365.
Océan (Projet de canal maritime de l') à la Méditerranée, 1122.
Ocelot. V. *Glandes*.
Odling (au nom de Sir Benj. Brodie). — Sur l'Ozone, 356.
Oiseaux (Théorie mécanique du vol des), 235.
Ollier (Dr). —Sur le mode d'accroissement des os longs, 791.
Optique. V. *Lumière, Microscope, Réflexion, Spectre*.
Orages, 472.
Orcine (Synthèse de l'), 354.
Oré (Dr). — Des Injections intra-veineuses de chloral. Expériences qui démontrent l'efficacité de leur action dans l'empoisonnement par la strychnine et dans le traitement du tétanos traumatique, 971.
Organes (sur les) génitaux du Boa, 659.
Organogénie florale des Corylées, 496.
Os (sur le mode d'accroissement des) longs, 791.
Osmopneumètre, 951.
Ossements (sur les crânes et) de la caverne de l'Homme-Mort, 763.
Ostréiculture, 614. — Sur l'ostréiculture du bassin d'Arcachon, 619.
Ovologie des vers à soie, 624.
Ours des cavernes (Mâchoires dites *taillées* d'), 685.
Oxydation des matériaux albuminoïdes du sang, 396.
—— de l'acier dans les tissus vivants, 1025.
Oxyde (Sous-) de phosphore. V. *Phosphore*.
Ozone, 356. V. *Oxydation*.
Pain fabriqué avec l'eau de mer. Son influence sur notre organisation, 1044
Paléontologie. V. *Caylux, Excideuil, Fouilles, Préhistorique, Quercy, Terrains*.
Papillaud (Dr L.). — De la Variole, de la Vaccine et de l'Inoculation, 797.
Parrot (Dr J.). — La Grotte de l'église à Excideuil (Dordogne), 705.
Parseval-Grandmaison (J. de). — Des Caractères essentiels qui différencient les phénomènes chimiques, physiques et physiologiques des phénomènes psychologiques, 1052.
Passages de Vénus (Appareil photographique destiné à l'observation des), 239.
Pasteur (L.). — Faits nouveaux pour servir à la théorie de la fermentation, 450.
Pêche. V. *Ostréiculture*.

Pédagogie. V. *Géographie, Instruction publique, Lecture*.
Perez. — Ovologie des vers à soie, 624.
Périer (L.). — Exposé sommaire des recherches les plus récentes sur le fond des mers et moyens de poursuivre cette étude, 625.
Perrier (le capitaine). — De la Méridienne de France, 101, 1131.
Petit. — Appareil télégraphique imprimeur, 331.
Peyraud (Dr H.). — Propriétés biologiques de deux isomères, le camphre du Japon et l'essence d'absinthe; leur influence sur la glycogénie, 933.
Phosphates de chaux naturels du Quercy (Lot), 487.
Phosphoplatiniques (des Composés), 353.
Phosphore. Sur quelques combinaisons où le phosphore paraît exister dans un état particulier, 397.
—— V. *Densité, Fulminate*.
Photographie V. *Passages de Vénus, Spectre*.
Physiologie. V. *Chaleur animale, Os longs*.
Phylloxera (du) *vastatrix* et de son origine, 629. — Discussion, 660.
Pichou. — Nouvel appareil de navigation aérienne, 176.
Pichou (Alfred). — Carte vinicole du Bas-Languedoc et du Roussillon, 1119.
Picrate de plomb. V. *Fulminate*.
Pierre (Classification des diverses périodes de l'âge de la), 768.
Pilotis du lac Saint-Andéol, 720.
Places fortes (Utilité des), 250.
—— V. *Investissement*.
Platine. V. *Phosphoplatiniques*.
Pluie. V. *Pluviomètre*.
Plumeau (Dr A.). — Du Phylloxera dans la Gironde et principalement de son origine, 629.
Pluviomètres, 471.
Point apophysaire douloureux dans les névralgies, 893.
Pointe de Grave. V. *Affaissement*.
Poissons (Organes du toucher des), 613.
Polarisation et fluorescence de l'atmosphère, 278.
—— V. *Microscope*.
Polyèdres semi-réguliers. 147. — Polyèdres étoilés, 155.
Population. V. *Ethnogénie*.
Portugal. V. *Assainissement, Dolmens*.
Positions centrales (des) et de l'Investissement des places fortes, 206.
Potier (A.).— Recherches sur l'intégration d'un système d'équation aux différentielles particlles à coefficients périodiques, 255.
—— Recherches sur la réflexion vitreuse et métallique, 308.
—— Sur les sables granitiques du Nord de la France, 495.
Pottier (Cap. R.). — Recherches d'archéologie préhistorique dans l'arrondissement de Dax (Landes), 771.
Pouchet. — Changement de coloration des animaux, 623.
Poumons. V. *Nutrition*.
Prat. — Méthode générale de séparation de l'acide phosphorique pour servir au dosage de ce corps en nature, 367.
—— Aperçu du travail chimique fait dans mon laboratoire pour l'organisation de l'atelier de fulminate de la Capsulerie de Bordeaux, 407.
—— Sur le fluor, 425.
Préhistorique dans le département de la Gironde, 702.
—— (Époque) en Espagne, 715.
—— (Station de l'homme) dans le département de la Dordogne, 788.
Pressions (Répartition et mode de régularisation des) dans un réseau de conduites à gaz, 193.
Primates (Contribution à l'étude des lobes cérébraux des), 787.
Prognathisme (Mesure du) alvéolo-sous-nasal, 689.
Protubérances solaires. V. *Éclipse totale*.
Prunières (Dr) — Présentation de silex, bijoux, poteries, etc., provenant des dolmens de la Lozère, 720.
—— Sur les Pilotis du lac Saint-Andéol, 720.
—— Distribution des dolmens dans la Lozère, 722.
—— Sur la Grotte de Saint-Pierre dans la Lozère (Caverne de l'Homme-Mort), 748.
Psychologiques (Caractères essentiels qui différencient les phénomènes chimiques et physiologiques des phénomènes), 1052.
Psychromètre, 468.
Puteis V. *Glandes*.
Pyrénées. V. *Eaux minérales*.
Pyrhéliomètre, 467.
Quatrefages (De). — La Science et la Patrie (Séance d'ouverture), 36.
—— Note sur quelques animaux invertébrés du bassin d'Arcachon, 652.
—— Discussion sur les crânes et ossements de la caverne de l'Homme-Mort, 766.
Quercy (Phosphates de chaux naturels du), 487.

Quinine. V. *Alcaloïdes*.
Quinquinas (Répartition des alcaloïdes dans les), 544.
Racémique. V. *Acide*.
Rade (Ensablement de la) de Bordeaux. Affaissement de la pointe de Grave, 490.
Radiation solaire (Intensité calorique de la), 282.
Raillard (Dr). — De la Transformation opérée dans les Landes au point de vue hygiénique depuis leur assainissement, 1052.
Rat (Mus Decumanus). V. *Glandes*.
Ratheau (A.). — De l'Opinion que les forteresses sont inutiles et même nuisibles, 250.
Raulin. — Discussion d'un programme d'études météorologiques, 462.
—— Aperçu de la constitution géologique de l'arrondissement de Dax, 495.
Rayon de courbure de figures mobiles dans un plan, 144.
Rayonnement (Mesure du), 466.
Réflexion vitreuse et métallique, 308.
Réfraction (sur les équivalents de), 361.
Régulateur de Clegg, 194. — Régulateur d'émission, 196. — Régulateur de consommation, 198.
Régulation (Répartition et mode de) des pressions dans un réseau de conduites à gaz, 193.
Reliquet (Dr). — Sur la Lithotritie, 792.
Renaud (Georges). — De l'Organisation de la statistique en France et des améliorations qu'il y aurait lieu d'y apporter, 1062.
—— Des lois qui constituent le caractère scientifique de l'économie politique.
Reproduction sexuée des Saprolégniées, 543.
Résine. Sa récolte, ses produits, 134.
Respighi (L.). — Observations pendant l'éclipse totale du 12 décembre 1871, 74.
—— Sur la Lunette zénithale de l'Observatoire du Capitole, 145.
—— Sur la Scintillation des étoiles, 148.
—— Sur les Protubérances solaires, 169.
Rhéomètre (Régulateur à gaz), 200.
Rhubarbe (sur la) officinale, 514.
Rheum (sur l'organisation des), 514.
Riban. — Sur les Aldéhydes condensées avec élimination d'eau ou aldanes, 392.
Rivière. — Note sur l'appareil destiné à diriger la navigation aérienne, 231.
Rochebrune (L. de). — Notes sur la culture des huîtres à Arcachon (verdissement), 624.
Rollet (Dr). — Description du sol d'une grande propriété des environs de Bordeaux, 514.
—— Sur un Mode de traitement de l'épilepsie, 938.
Roussillon (Carte vinicole annuaire du), 1119.
Royer (Mme Clémence). — Discussion sur la migration des peuples des dolmens, 727.
—— Discussion sur la caverne de l'Homme-Mort, 762.
Rubio (Dr). — Sur une Terminaison spéciale des nerfs, 930.
Sables granitiques du Nord de la France, 495.
—— (Examen comparatif de la composition du) des dunes et de celle des cendres des végétaux qui croissent à leur surface, 549.
Saint-Andéol (Pilotis du lac), 720.
Saint-Loup. — Sur l'Expression de la force élastique d'une vapeur saturée en fonction de la température, 143.
—— Rayon de courbure de figures mobiles dans un plan, 144.
—— Modifications à la machine de Holz, 301.
Saint-Vidal (de). — Des Positions centrales et de l'Investissement des places fortes, 206.
Sansas. — Discussion sur l'ethnogénie du Sud-Ouest de la France, 677.
Saprolégniées. V. *Reproduction*.
Saugeon (H.). — De l'Enseignement de la géographie, 1121.
Sauvage (Dr H.-E.). — De l'Homme fossile de Denise, 780.
Schützenberger. — Des Composés phosphoplatiniques, 353.
Scintillation des étoiles, 148.
Scorbut (Étiologie du), 970.
Scrofularinées (Développement de l'ovule et de la graine des), 538.
Segay (Dr). — Du Sphygmographe dans la cure des anévrysmes, 1026.
Sensibilité (Persistance de la motilité et de la) après la section des nerfs, 886.
Seynes (de). — Observations sur le développement des spores du *Penicillum glaucum* Lk. et de l'*Aspergillus candidus* Lk., 499.
Signaux héliotropiques. V. *Héliotrope*.
Silex travaillés (Présentation de), 720, 740.
Silva (Da). — Sur l'Assainissement de la ville de Lisbonne, 227.
—— Discussion sur les migrations des peuples des dolmens, 725.

Silva (R.-D.). — Sur quelques Isoméries dans le groupe des composés à 3 atomes de carbone, 375.
Soleil (Éclipse totale de), 71, 78.
Sols arables (Constitution et composition des différents) de la Gironde, 551.
Soret (J.-L.). — Recherches sur l'intensité calorique de la radiation solaire, 282.
Soubeiran (Léon). — De l'Ostréiculture, 614.
Souberbielle. — Discussion d'un programme d'études météorologiques, 462.
Soufre (sur l'état du) dans les eaux minérales des Pyrénées, 354.
Sourds-muets. V. *Dactylologie*.
Spectre (Photographie du) ultrà-violet, 300.
—— Spectre lumineux des composés chimiques, 459.
Spectroscope. V. *Éclipse, Protubérances, Scintillation, Spectres lumineux*.
Sphygmographe (du) dans la cure des anévrysmes, 1026.
Spores (Développement des) des Champignons, 499.
Stas. — Expériences de statique chimique sur le chlorure et le bromure d'argent, 361.
Station de l'époque du renne au Menieux (commune d'Édon) (Charente), 734. —
Stations préhistoriques de la Dordogne, 788.
—— météorologiques. V. *Météorologie*.
Statistique (de l'Organisation de la) en France et des améliorations qu'il y aurait lieu d'y apporter, 1062.
Structure intime des corps, 357.
Strychnine (Recherche de la) dans les expertises judiciaires, 457.
—— (Empoisonnement par la). V. *Chloral*.
Subdivisions de la langue commune indo-européenne, 736.
Synelcomètre, 941.
Tartriques. V. *Acides*.
Tatouage (sur l'origine et le but du), 741.
Télégraphe imprimeur, 331.
Température du sol, 467.
—— V. *Conductibilité électrique, Thermomètres*.
Térébenthine. V. *Résine*.
Terrains jurassiques, crétacés et tertiaires du Lot-et-Garonne, 482.
—— tertiaires de la Gironde, 495.
Tétanos traumatique. V. *Chloral*.
Thanghinia venenifera (Anatomie du), 539.
Thérapeutique (de l'expérimentation physiologique comme fondement de la) rationnelle, 1025.
Thermomètres (Installation des), 464. —
Thermomètres à maxima et à minima, 466.
Tissus vivants (Oxydation de l'acier dans les), 1025.
Topinard (Dr). — Mesure du prognathisme (alvéolo-sous-nasal), 686.
Toucher (Organes du) des poissons, 613.
Trachéotomie (Pince pour la), 971.
Transfusion du sang, 51.
Transport rapide et économique des marchandises, 216.
Trélat (Dr). — Sur le Lymphosarcome, 885.
Triangulation. V. *Méridienne*.
Trutat (E.). — Mâchoires dites taillées de l'ours des cavernes, 685.
—— Discussion sur la caverne de l'Homme-Mort, 761.
Tuberculose. V. *Nutrition*.
Tubino (Dr). — Notes sur l'époque préhistorique en Espagne, 715.
Urnes des Népenthès. Structure et usages, 536.
Vaccine (de la Variole, de la) et de l'Inoculation, 797.
Vaillant (Léon). — Contribution à l'anatomie des Némertiens, 566.
Valat. — Note sur les polyèdres étoilés, 155.
Vanille (Étude chimique du givre de), 446.
Van Tieghem. — Recherches physiologiques sur la germination, 499.
—— Sur les *Circinella*, genre nouveau de la famille des Mucorinées, 529.
Vapeur (sur l'expression de la force élastique d'une) saturée en fonction de la température, 143.
—— (Densité de) du perchlorure de phosphore, 428.
Variole (de la), de la Vaccine et de l'Inoculation, 797.
Vavin (Jules). — Du Balisage des côtes par grands fonds et principalement par fonds de roches, 184.
Vents (Désignation et mesure des), 468.
Vénus. V. *Passages de Vénus*.
Vératrine (des Avantages de la) dans les affections cardio-vasculaires, 872.
Verdissement. V. *Huîtres*.
Vers à soie (Ovologie des), 624.
Verticale (Études sur la), 159.
Vignes. V. *Phylloxera*.
Vitesse (Détermination de la) de la lumière, 320.
Voisin (Dr A.). — Études d'histologie pathologique dans la folie simple, 961.
Vol (Théorie mécanique du) des oiseaux, 235.
Wood-fish, 656.
Würtz (Ad.). — Sur la Densité de vapeur du perchlorure de phosphore, 426.

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

Statuts..... 1

LISTES DES MEMBRES.

Membres fondateurs..... 5
D° à vie..... 12
D° annuels..... 13

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES.

Séance d'inauguration (Paris, 22 avril 1872)..... 31
Nomination du Conseil provisoire..... 31
Assemblée générale (Bordeaux, 12 septembre 1872)..... 32
Nomination du Bureau pour la 2e session..... 32
Composition du Conseil d'administration..... 32
Fixation de la ville (Lyon) où se tiendra le 2e Congrès en 1873..... 33

CONGRÈS DE BORDEAUX.

Programme de la session..... 35

SÉANCES GÉNÉRALES.

Séance d'ouverture (5 Septembre 1872) : nomination de M. DE QUATREFAGES, président du Congrès..... 36
Discours de M. DE QUATREFAGES, président. La Science et la Patrie..... 36
D° de M. FOURCAND, maire de Bordeaux..... 41
Adresse du Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques de Bruxelles..... 43
Discours de M. CORNU, secrétaire général. Histoire de l'Association française..... 44
Discours de M. MASSON, trésorier. Situation financière de l'Association.. 49
Séance du 6 Septembre 1872.. Présidence de M. STAS..... 51
AL. GUÉRIN. De la Communauté de la circulation..... 51
LAUSSEDAT. Les Services que la science moderne peut rendre à l'art de la guerre..... 57
L'abbé DURAND. Les Indiens du Brésil, et en particulier du bassin de l'Amazone..... 67
L. RESPIGHI. Observations pendant l'éclipse totale du 12 décembre 1871. 74

JANSSEN. Éclipse du 12 décembre 1871..... 78
Séance du 11 Septembre 1872. Présidence de M. Marius FAGET.. 86
Télégramme du Congrès des naturalistes de Moscou..... 86
Id. de l'Association aux naturalistes russes..... 86
Dr Léon LE FORT. Réforme de notre Chirurgie militaire..... 87
Cape PERRIER. De la Méridienne de France..... 101
Alex. LÉON. Les Landes de Gascogne..... 130

SÉANCES DE SECTIONS.

1re et 2e Sections. — *Mathématiques, Astronomie, Géodésie et Mécanique* 141
E. CATALAN. Nouvelle Formule d'intérêts composés..... 141
SAINT-LOUP. Sur l'Expression de la force élastique d'une vapeur saturée en fonction de la température..... 143
SAINT-LOUP. Rayon de courbure de figures mobiles dans un plan..... 144
Cape PERRIER. De la Méridienne de France..... 144
L. RESPIGHI. Sur la Lunette zénithale de l'Observatoire du Capitole..... 145
E. CATALAN. Résumé de la théorie des polyèdres semi-réguliers..... 147
L. RESPIGHI. Sur la Scintillation des étoiles..... 148
VALAT. Note sur les polyèdres étoilés..... 155
LAPORTE. Application des machines à diviser aux instruments de géodésie. 155
D'ABBADIE. Études sur la verticale..... 159
L. RESPIGHI. Sur les Protubérances solaires..... 169
PICHOU. Nouvel Appareil de navigation aérienne..... 176

3e et 4e Sections. — *Navigation, Génie civil et militaire* 178
ARSON. Compensation de la déviation du compas de marine à bord des navires en fer..... 178
Jules VAVIN. Du Balisage des côtes par grands fonds et principalement par fonds de roches..... 184
E. LEMOINE. Note sur la répartition et le mode de régularisation des pressions dans un réseau de conduites à gaz..... 193
BERGERON. Note sur les améliorations économiques à apporter dans la construction et la marche des machines locomotives, et sur les moyens d'empêcher les incrustations dans les chaudières..... 202
DE SAINT-VIDAL. Des Positions centrales et de l'Investissement des places fortes..... 206
BERGERON. Transport rapide et économique des marchandises..... 216
Dr FONTAINE. Le Compresseur domestique..... 219
DA SILVA. Sur l'Assainissement de la ville de Lisbonne..... 227
RIVIÈRE. Note sur un appareil destiné à diriger la navigation aérienne.. 231
Dr HUREAU DE VILLENEUVE. Foyer générateur de vapeur à combustion sous pression..... 232
HUREAU DE VILLENEUVE (Mme). Théorie mécanique du vol des oiseaux... 235

1re, 2e, 3e et 4e Sections réunies..... 239
A. LAUSSEDAT. Sur un Appareil photographique destiné à l'observation des passages de Vénus..... 239
A. RATHEAU. De l'Opinion que les forteresses sont inutiles et même nuisibles..... 250

A. Potier. Recherches sur l'intégration d'un système d'équations aux différentielles partielles à coefficients périodiques..... 255

5e Section. — *Physique*..... 278
A. Lallemand. Sur la Polarisation et la Fluorescence de l'atmosphère.. 278
J.-L. Soret. Recherches sur l'intensité calorique de la radiation solaire.. 282
A. Cornu. Sur la Photographie du spectre ultrà-violet..... 300
Saint-Loup. Modifications à la machine de Holz..... 301
E. Mercadier. Mesure des intervalles musicaux..... 301
A. Potier. Recherches sur la réflexion vitreuse et métallique..... 308
A. Cornu. Détermination de la vitesse de la lumière..... 320
Des Cloizeaux. Mémoire sur les propriétés optiques les plus propres à déterminer le type cristallin des espèces naturelles ou artificielles dont les cristaux sont imparfaits ou offrent une forme limite..... 323
Petit. Appareil télégraphique imprimeur..... 331
G. Dubrocq. L'Alcoomètre doloscope, révélateur des fraudes sur les eaux-de-vie..... 332
C.-M. Gariel. Sur la Distribution du magnétisme dans les aimants.... 336

6e Section. — *Chimie*..... 340
Berthelot. Recherches calorimétriques sur l'état des corps dans les dissolutions..... 340
E. Jungfleisch. Sur les Transformations des divers acides tartriques... 346
Schutzenberger. Des Composés phosphoplatiniques..... 353
A. Henninger. Synthèse de l'orcine..... 354
Filhol. Sur l'État du soufre dans les eaux minérales des Pyrénées..... 354
Odling, au nom de sir Benj. Brodie. Sur l'Ozone..... 356
A. Baudrimont. Observations sur la structure la plus intime des corps.. 357
Stas. Expériences de statique chimique sur le chlorure et le bromure d'argent..... 361
Gladstone. Sur les Équivalents de réfraction..... 361
Von Baumhauer. Le Bureau scientifique néerlandais..... 363
William Marcet. Recherches sur les phénomènes chimiques de la nutrition des muscles et des poumons à l'état normal et dans la tuberculose. 365
Prat. Méthode générale de séparation de l'acide phosphorique pour servir au dosage de ce corps en nature..... 367
C. Friedel et R.-D. Silva. Sur quelques Isoméries dans le groupe des composés à trois atomes de carbone..... 375
Riban. Sur les Aldéhydes condensées avec élimination d'eau ou Aldanes. 392
Liès-Bodart. Sur l'Oxydation des matériaux albuminoïdes du sang.... 396
Armand Gautier. Sur quelques Combinaisons où le phosphore paraît exister dans un état particulier analogue au phosphore amorphe..... 397
Prat. Aperçu du travail chimique fait dans mon laboratoire pour l'organisation de l'atelier de fulminate de la Capsulerie de Bordeaux..... 407
Édouard Grimaux. Sur les Hydrates des acides gras monobasiques..... 414
Prat. Sur le Fluor..... 425
Ad. Wurtz. Sur la Densité de vapeur du perchlorure de phosphore.... 426
Berthelot. Discussion à propos du Mémoire précédent..... 442
P. Carles. Étude chimique du givre de vanille..... 445
L. Pasteur. Faits nouveaux pour servir à la théorie de la fermentation. 450

Magin Bonet. Découverte ou Démonstration de la strychnine en petite quantité dans les expertises judiciaires..... 457
Lecoq de Boisbaudran. Relations entre le poids des molécules et la composition de la lumière qu'elles émettent..... 459
Dr Macé. Résumé d'un Mémoire sur les fermentations..... 459

7e Section. — *Météorologie et Physique du globe*..... 462
Discussion d'un programme d'études..... 462

8e Section. — *Géologie et Minéralogie*..... 482
Ludomir Combes. Études stratigraphiques et paléontologiques sur les terrains jurassiques, crétacés et principalement tertiaires du Lot-et-Garonne et sur les phosphates de chaux naturels du Quercy (Lot)..... 482
Delfortrie. L'Ensablement de la rade de Bordeaux. — Affaissement de la péninsule de Grave..... 490
Raulin. Aperçu de la constitution géologique de l'arrondissement de Dax. 495
Potier. Sur les Sables granitiques du nord de la France..... 495
Louis Lartet. Sur les terrains tertiaires de la Gironde..... 495

9e et 13e Sections. — *Botanique et Agronomie*..... 496
H. Baillon. Recherches sur l'organogénie florale des Corylées..... 496
Van Tieghem. Recherches physiologiques sur la germination..... 499
De Seynes. Observations sur le développement des spores du *Penicillum glaucum* Lk et de l'*Aspergillus candidus* Lk..... 499
Le Monnier. Sur la Nervation des enveloppes de la graine..... 504
R. Balguerie. Docks, canaux des Landes, silviculture, irrigations, dessèchements et colmatage..... 504
Dr Rollet. Description du sol d'une grande propriété des environs de Bordeaux..... 514
H. Baillon. Sur l'Organisation des Rheum et sur la Rhubarbe officinale. 514
Van Tieghem et Le Monnier. Sur les *Circinella*, genre nouveau de la famille des Mucorinées..... 529
Faivre. Sur la Structure et les Usages des urnes des Népenthes..... 536
Joannès Chatin. Développement de l'ovule et de la graine des Scrofularinées..... 538
Joannès Chatin. Observations sur l'anatomie du *Tanghinia venenifera*... 539
Lespinasse. Sur la Distribution géographique des Algues marines dans le golfe de Gascogne..... 543
A. Claveau. Sur la Notion d'espèce et la limitation des groupes spécifiques..... 543
Max Cornu. Sur la Reproduction sexuée des Saprolégniées et sur les Chytridinées parasites..... 543
P. Carles. Répartition des alcaloïdes dans les quinquinas..... 544
Baudrimont et Delbos. Composition chimique des sables des dunes du département de la Gironde et des cendres des végétaux qui croissent à leur surface..... 549
Baudrimont. Constitution et composition chimiques des différents sols arables de la Gironde..... 551

10e Section. — *Zoologie et Zootechnie*..... 557

Joannès CHATIN. Recherches pour servir à l'histoire anatomique des glandes odorantes chez quelques mammifères..... 557
Léon VAILLANT. Contribution à l'anatomie des Némertiens..... 566
JOBERT. Organes du toucher des poissons..... 613
Henri FILHOL. De quelques Espèces nouvelles fossiles de Caylux (Tarn-et-Garonne)..... 613
Léon SOUBEIRAN. De l'Ostréiculture..... 614
AUSCHITZKY. Notes sur l'ostréiculture dans le bassin d'Arcachon..... 619
POUCHET. Changement de coloration des animaux..... 623
J.-B. GASSIES. Faune conchyliologique terrestre et fluvio-lacustre de la Nouvelle-Calédonie..... 623
PEREZ. Ovologie des vers à soie..... 624
L. DE ROCHEBRUNE. Notes sur la culture des huîtres à Arcachon (verdissement)..... 624
L. PÉRIER. Exposé sommaire des recherches les plus récentes sur le fond des mers et moyens de poursuivre cette étude..... 625
Dr A. PLUMEAU. Du Phylloxera dans la Gironde et principalement de son origine..... 629
AUSCHITZKY. Rapport sur les concessions des terrains destinés à l'ostréiculture..... 651
DE QUATREFAGES. Note sur quelques animaux invertébrés du bassin d'Arcachon..... 652
Dr MÉTADIER. Sur le Wood-fish..... 656
D' Sur les Organes génitaux du Boa..... 659
LALIMAN. Discussion sur le Phylloxera..... 660

11e Section. — *Anthropologie*..... 665
Dr Gustave LAGNEAU. Ethnogénie des populations du Sud-Ouest de la France, particulièrement du bassin de la Garonne et de ses affluents.. 666
SANSAS. Discussion sur l'ethnogénie du Sud-Ouest de la France..... 677
Abel HOVELACQUE. Discussion sur l'ethnogénie du Sud-Ouest de la France. 679
H. CHAVÉE. L'Anthropologie et la Méthode intégrale en linguistique.... 680
E. TRUTAT. Mâchoires dites *taillées* d'ours des cavernes..... 685
LECOQ DE BOISBAUDRAN. Sur les Flèches-harpons préhistoriques..... 683
Dr TOPINARD. Mesure du Prognathisme (alvéolo-sous-nasal)..... 686
DELFORTRIE. Le Préhistorique dans le département de la Gironde..... 702
Dr J. PARROT. La Grotte de l'église d'Excideuil (Dordogne)..... 705
Dr TUBINO. Note sur l'époque préhistorique en Espagne..... 715
Dr PRUNIÈRES. Présentation de silex, bijoux, poteries, etc., provenant des dolmens de la Lozère..... 720
Dr PRUNIÈRES. Sur les Pilotis du Lac Saint-Andéol..... 720
D' Distribution des dolmens dans la Lozère..... 722
P. BROCA. Sur la Migration des peuples des dolmens..... 722
DA SILVA. Discussion sur les migrations des peuples des dolmens..... 725
J.-B. GASSIES. Discussion sur les migrations des peuples des dolmens... 727
ROYER (Mme Clémence). Discussion sur les migrations des peuples des dolmens..... 727
J.-B. GASSIES. Résultat des fouilles faites dans le jardin de la Mairie à Bordeaux..... 727
G. CHAUVET. Station de l'époque du Renne au Ménieux (Charente); —

dolmen de Pierre-Rouge..... 734
De Quatrefages. Description d'un goniomètre pariétal 735
Abel Hovelacque. Note sur les subdivisions de la langue commune indo-européenne..... 736
De Chasteigner. Présentation d'une lame de silex du bassin de la Creuse..... 740
Dr Berchon. Sur l'Origine et le but du tatouage..... 741
P. Broca. Sur l'Angle de Daubenton en anthropologie..... 742
Dr Prunières. Sur la Grotte de Saint-Pierre dans la Lozère (caverne de l'Homme-Mort)..... 748
De Chasteigner. Discussion sur la caverne de l'Homme-Mort...760 et 762
E. Trutat. Do do 761
P. Broca. Do do 761
Royer (Mme Clémence). Do do 762
P. Cartailhac. Do do 762
P. Broca. Sur les Crânes et les Ossements de la caverne de l'Homme-Mort..... 763
Dr Lagneau. Discussion sur les crânes et les ossements de la caverne de l'Homme-Mort..... 765
De Quatrefages. Discussion sur les crânes et les ossements de la caverne de l'Homme-Mort..... 766
Élie Massénat. Sur le Squelette de Laugerie-Basse..... 767
G. de Mortillet. Classification des diverses périodes de l'âge de la pierre..... 768
J. de Baye. Communications relatives aux grottes préhistoriques de la Marne..... 770
Cape Raymond Pottier. Recherches d'archéologie préhistorique dans l'arrondissement de Dax (Landes)..... 771
Dr H.-E. Sauvage. De l'Homme fossile de Denise..... 780
E.-T. Hamy. Contribution à l'étude des lobes cérébraux des primates... 787
Douliot. Sur les Stations préhistoriques dans le département de la Dordogne..... 788

12e Section. — *Sciences médicales*..... 791
Dr Ollier. Sur le Mode d'accroissement des os longs..... 791
Dr Reliquet. Sur la Lithotritie..... 792
Dr Papillaud. De la Variole, de la Vaccine et de l'Inoculation..... 797
Dr Paul Dupuy. Quelques *Desiderata* de la théorie de la chaleur animale. 821
Dr de Fleury. Du Dynamisme comparé des hémisphères cérébraux dans l'homme..... 834
Dr Desmaisons. De la Folie en Guyenne au temps de Henri IV..... 845
Dr E. Leudet. Une Observation d'éphidrose unilatérale de la face..... 869
Dr Bitot. Des Avantages de la vératrine dans les affections cardio-vasculaires non encore parvenues à la période cachectique 872
Dr Trélat. Sur le Lymphosarcome..... 885
Dr Létiévant. Persistance de la motilité et de la sensibilité après la section des nerfs des membres (motilité et sensibilité suppléées)..... 886
Dr Armaingaud. Du Point douloureux apophysaire dans les névralgies et de l'Irritation spinale..... 893
Dr Rubio. Sur une Terminaison spéciale des nerfs..... 930

Dr H. Peyraud. Propriétés biologiques de deux isomères, le camphre du Japon et l'essence d'absinthe; leur influence sur la glycogénie..... 933
Dr Rollet. Sur un Mode de traitement de l'épilepsie..... 938
Dr L.-Ch. Boulland. De la Contractilité physique et de quelques autres propriétés que présentent les tissus non vivants de l'organisme animal, et notamment de l'endosmose des gaz et des vapeurs..... 938
Dr L. Le Fort. Sur le Glaucôme aigu..... 955
Dr Aug. Voisin. Études d'histologie pathologique dans la folie simple... 961
Dr A. Léon. Considérations sur l'étiologie du scorbut..... 970
Dr Lande. Présentation d'une pince pour la trachéotomie..... 971
Dr Oré. Des Injections intra-veineuses de chloral. — Expériences qui démontrent l'efficacité de leur action dans l'empoisonnement par la strychnine et dans le traitement du tétanos traumatique..... 971
Dr Laborde. Présentation d'une aiguille ayant séjourné pendant neuf ans chez un individu vivant..... 1025
Dr Laborde. De l'Expérimentation physiologique comme fondement de la thérapeutique rationnelle et de la méthode expérimentale dans ce cas 1025
Dr Segay. Du Sphygmographe dans la cure des anévrysmes..... 1026
Dr Baudrimont fils. Digitale et Digitaline..... 1030
Dr Armaingaud. De nos Institutions d'hygiène publique et de la nécessité de les réformer..... 1030
Dr E. Lisle. Du Pain fabriqué avec l'eau de mer et de son influence sur notre organisation..... 1044
Dr Fontaine. Nouveaux Appareils pneumatiques pour administrer le bain d'air comprimé..... 1047
J. de Parseval-Grandmaison. Des Caractères essentiels qui différencient les phénomènes chimiques, physiques et physiologiques des phénomènes psychologiques..... 1052
Dr Raillard. De la Transformation opérée dans les Landes au point de vue hygiénique depuis leur assainissement..... 1052

13e Section. Voir **9e Section.**

14e et 15e Sections. — *Géographie, Économie politique et Statistique*.... 1062
Georges Renaud. De l'Organisation de la statistique en France et des améliorations qu'il y aurait lieu d'y apporter..... 1062
A. Grandidier. Description de l'île de Ceylan..... 1063
Georges Renaud. Des Lois qui constituent le caractère scientifique de l'économie politique..... 1105
Marius Faget. Exposé de l'état de l'instruction publique à Bordeaux de 1870 à 1872..... 1116
De Costeplane de Camarès. L'Afrique; voyage des cinq Nasamons d'Hérodote..... 1118
Alfred Pichou. Carte vinicole du Bas-Languedoc et du Roussillon..... 1119
H. Saugeon. De l'Enseignement de la géographie..... 1121
P. Foncin. Projet de canal maritime de l'Océan à la Méditerranée..... 1122
F. Perrier. De la Méridienne de France..... 1131
Paul Dupuy. La Liberté politique et la Liberté individuelle..... 1132
Davillé (Saint-Ange). Exposé d'une nouvelle dactylologie à l'usage des sourds-muets et des aveugles, basée sur l'emploi des signaux télégraphiques Morse..... 1153

Georges Lafargue. Des Programmes de l'instruction publique et d'un Projet d'organisation de l'enseignement intégral en France..... 1159
De Costeplane de Camarès. Étude anthropo-géographique..... 1197
Lacoste. Nouvelle Méthode de lecture..... 1197

CONFÉRENCES.

P. Broca. Les Troglodytes de la Vézère..... 1198
Francis Garnier. Sur l'Exploration du Cambodge..... 1237
Abbé Durand. Coup d'œil sur l'ensemble des voies navigables de l'Amérique du Sud et du bassin de l'Amazone en particulier..... 1239
A. Cornu. Sur la Constitution physique du soleil..... 1249
E. Levasseur. Sur la Géographie commerciale..... 1264

EXCURSIONS.

Excursion à Arcachon..... 1275
Réservoirs à poissons d'Audenge, 1276.
Excursion aux Eyzies..... 1278
Visite aux travaux du bassin à flot..... 1282
Excursion à la Pointe-de-Grave..... 1286
Excursion des Landes et de la Bidassoa..... 1288
Lahouheyre; Hauts-Fourneaux; Ateliers de construction de wagons, 1291. — Injection des bois; Labouheyre, 1293. — École de Morcenx, 1293. — Les Thermes de Dax, 1296.— Sources de Dax; Fontaine chaude, 1298.— Visite à la collection d'objets préhistoriques de M. le capitaine Raymond Pottier, 1301. — Salines de Dax; Concession de sel du Boudigot et Puits-Richard, 1302. — Mines de la Bidassoa, 1304.
Excursion au Château-Montrose..... 1308
Excursion de l'étang de Soustons... 1310
Excursion au camp de Cambo..... 1311
Explication des planches..... 1313
Table analytique..... 1317
Table des matières..... 1327
Errata..... 1335

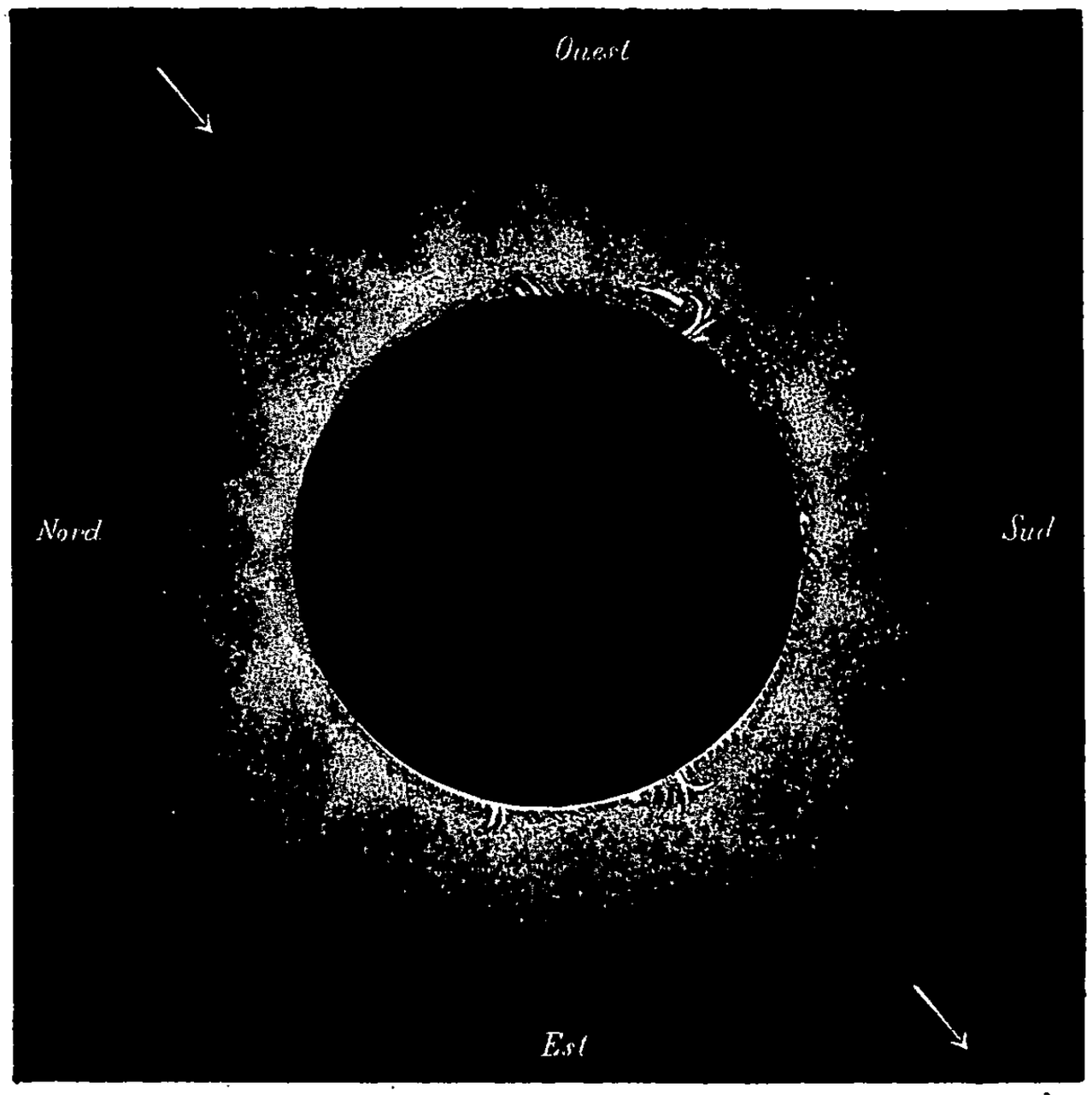
ERRATA.

Page 144, note (*), p. 33, *lire* page 101.

Page 496, titre de la 9e Section, *ajoutez* et 13e.

Page 746, Broca, angle de Daubenton, tableau : *Aux moyennes* des Auvergnats, au lieu de + 1.50, *lire* — 1.50; ce qui les place après les Slaves d'Autriche et avant les Parisiens du dix-neuvième siècle.

Bordeaux.—Imp. G. Gounouilhou, rue Guiraude, 11.



IMP. E. MARTINET.

JANSSEN. — ÉCLIPSE DU 12 DÉCEMBRE 1871.

Fig.1

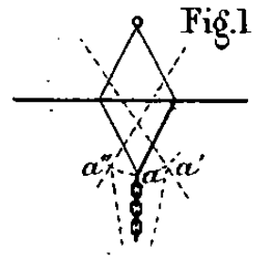


Fig.2

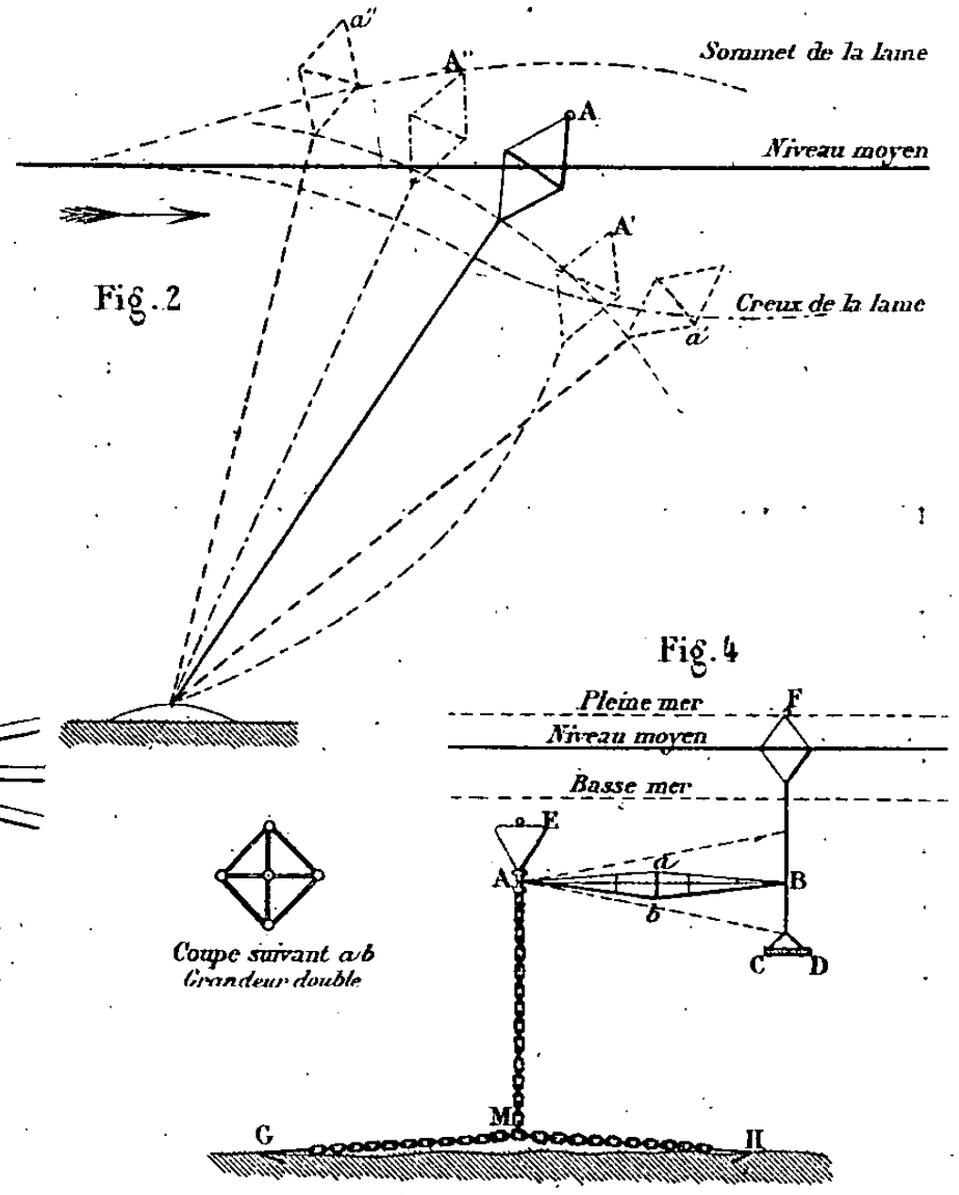


Fig.3

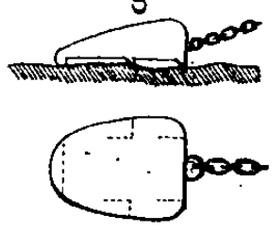
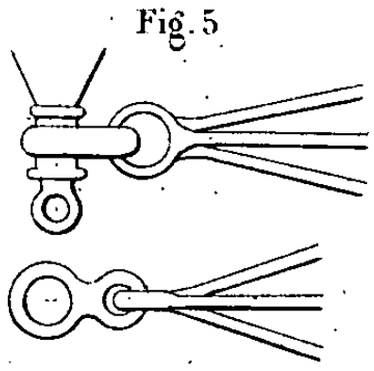


Fig.4

Fig.5



Coupe suivant a/b
Grandeur double

Fig.6

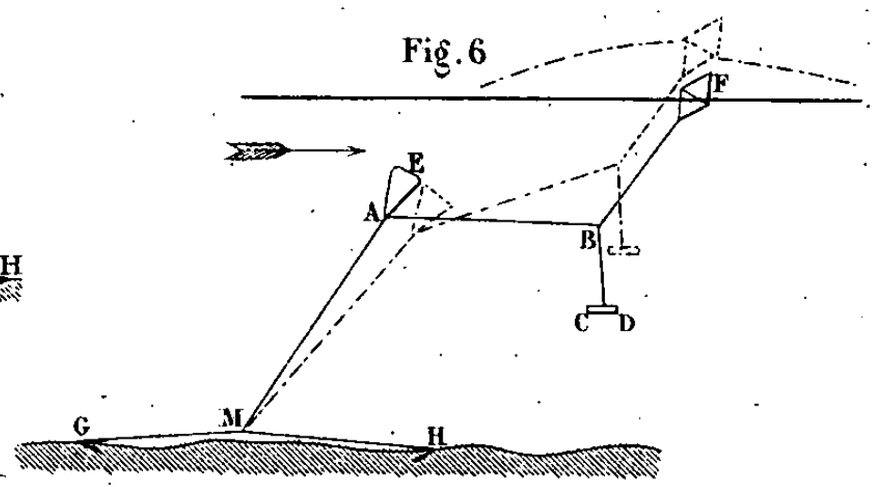


Fig.7

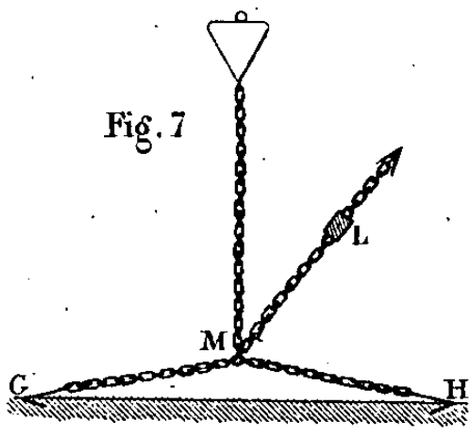


Fig.8

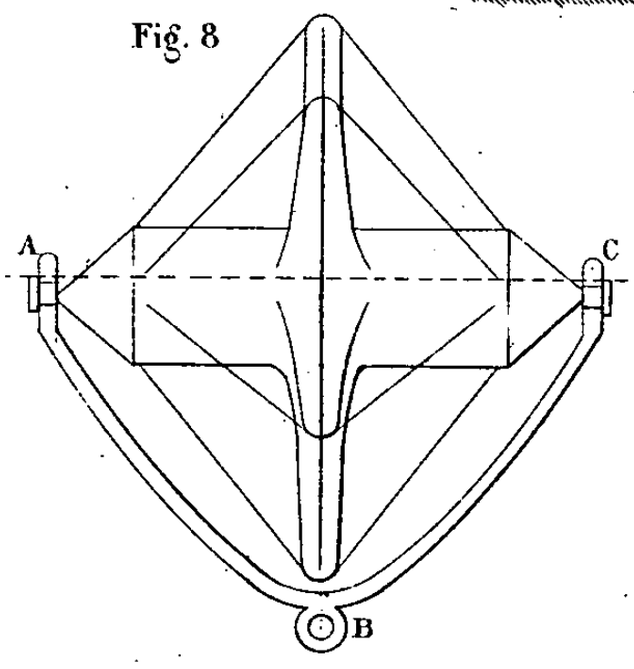
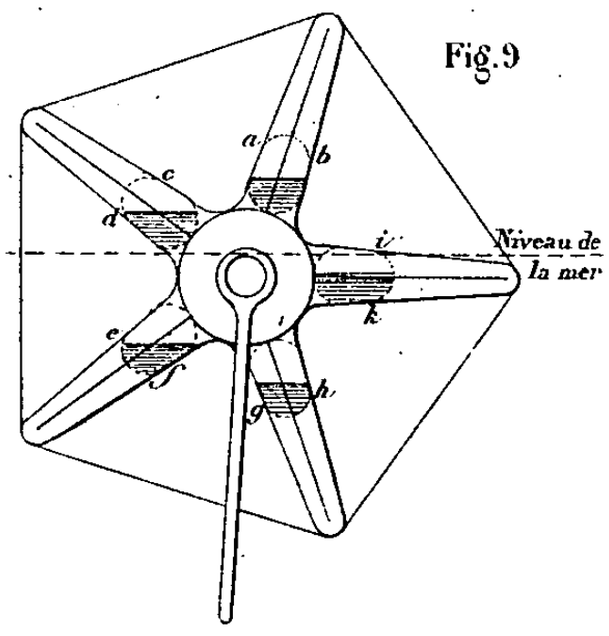


Fig.9



Gravé par Erhard.

Imp. Monrocq

J. VAVIN_BALISAGE DES CÔTES

Fig. 2

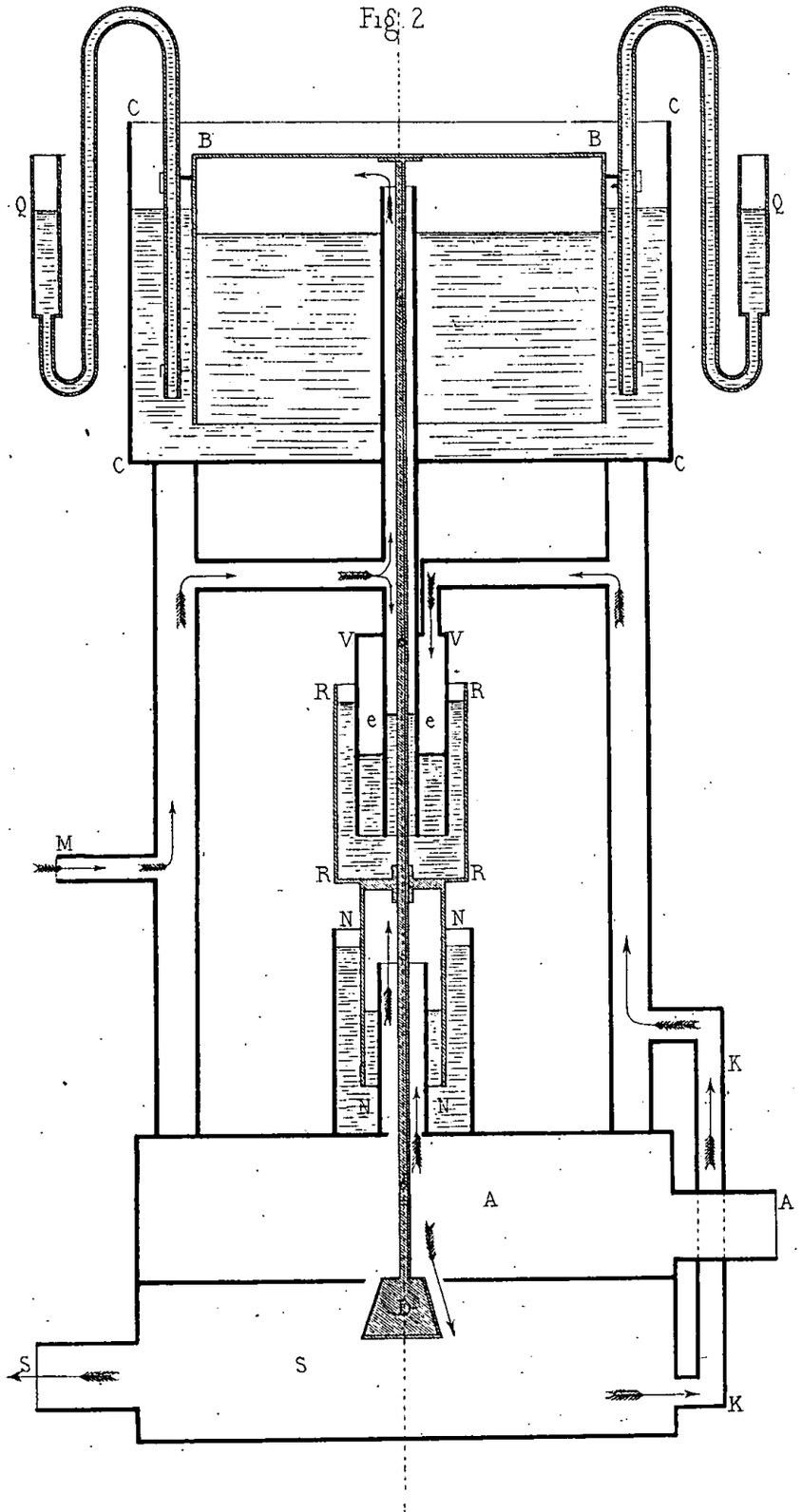


Fig. 4

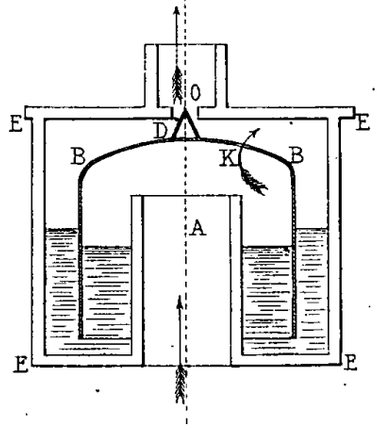


Fig. 5

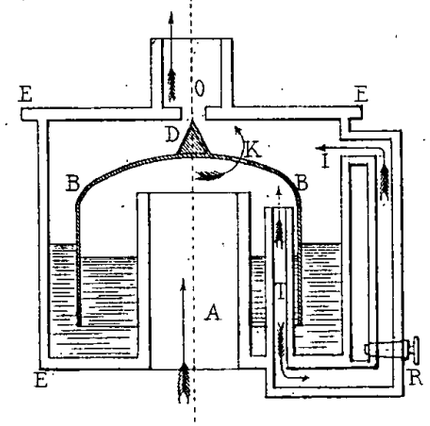


Fig. 3

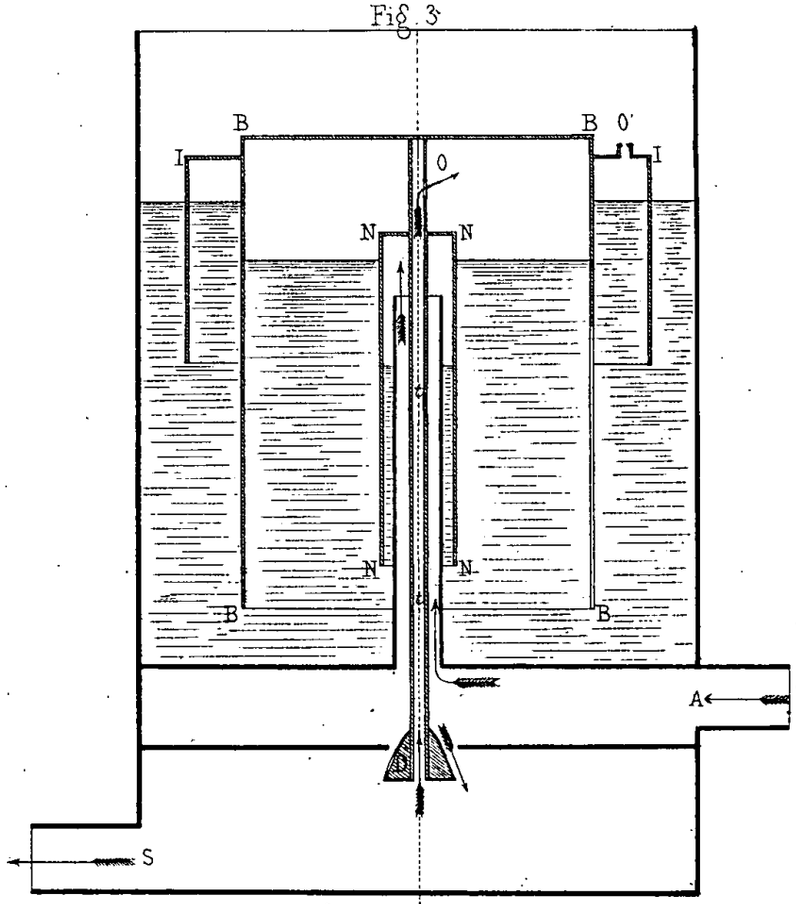
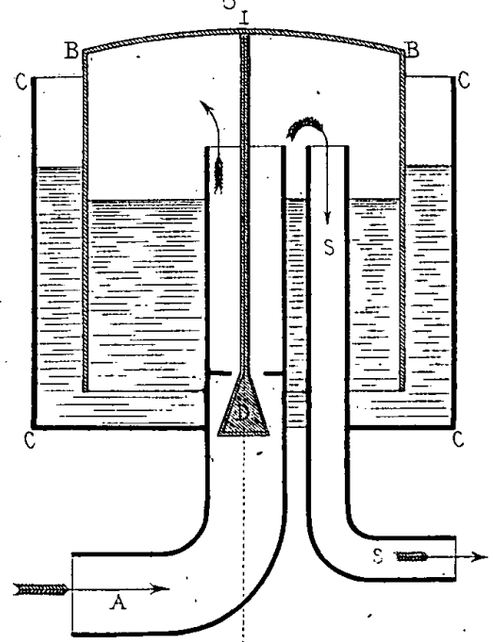


Fig. 1

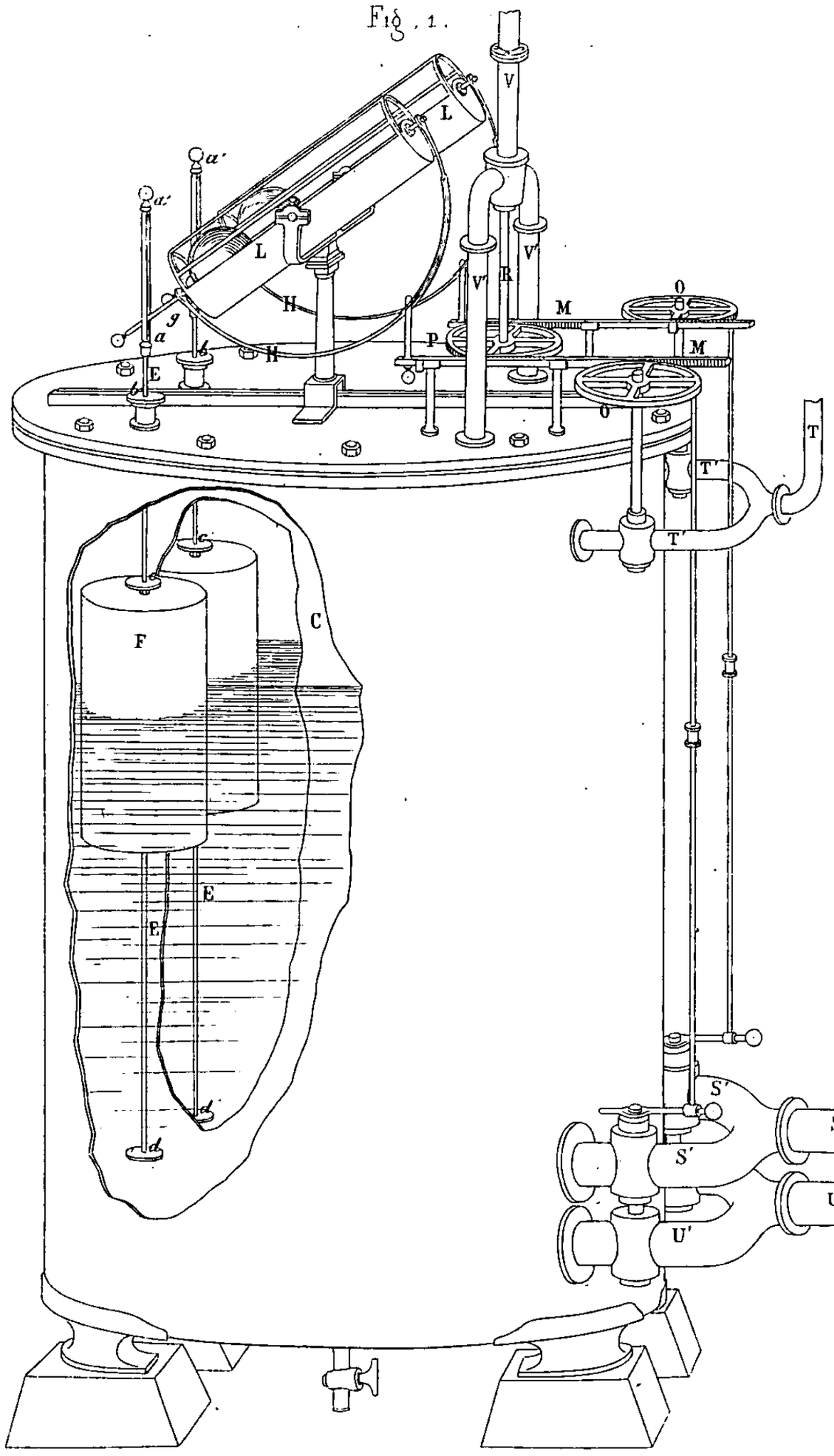


Gravé par Erhard 12. R. Duguay Trouin

E. LEMOINE _ RÉGULATEURS DE PRESSION

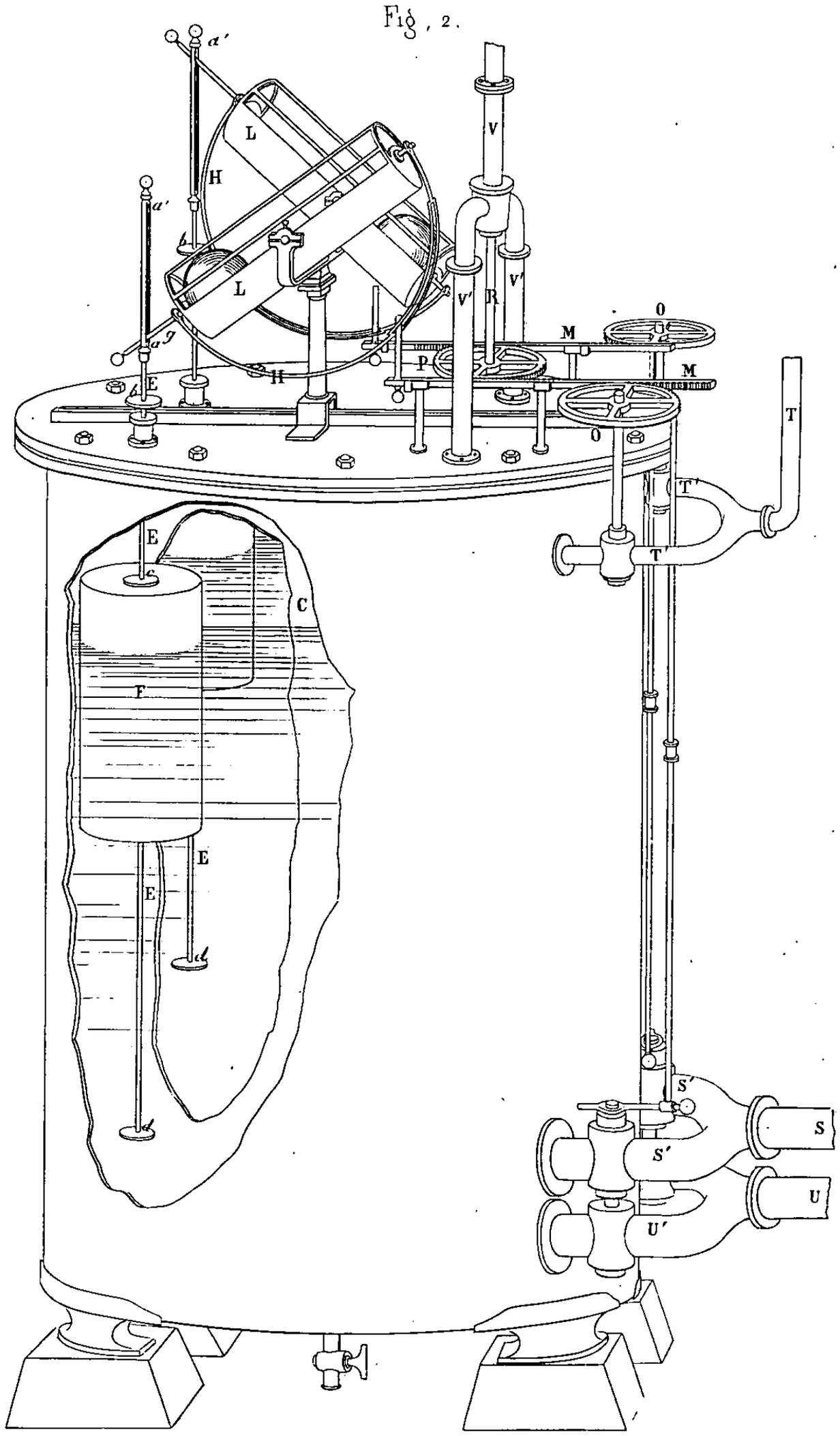
Imp Monrocq

Fig. 1.

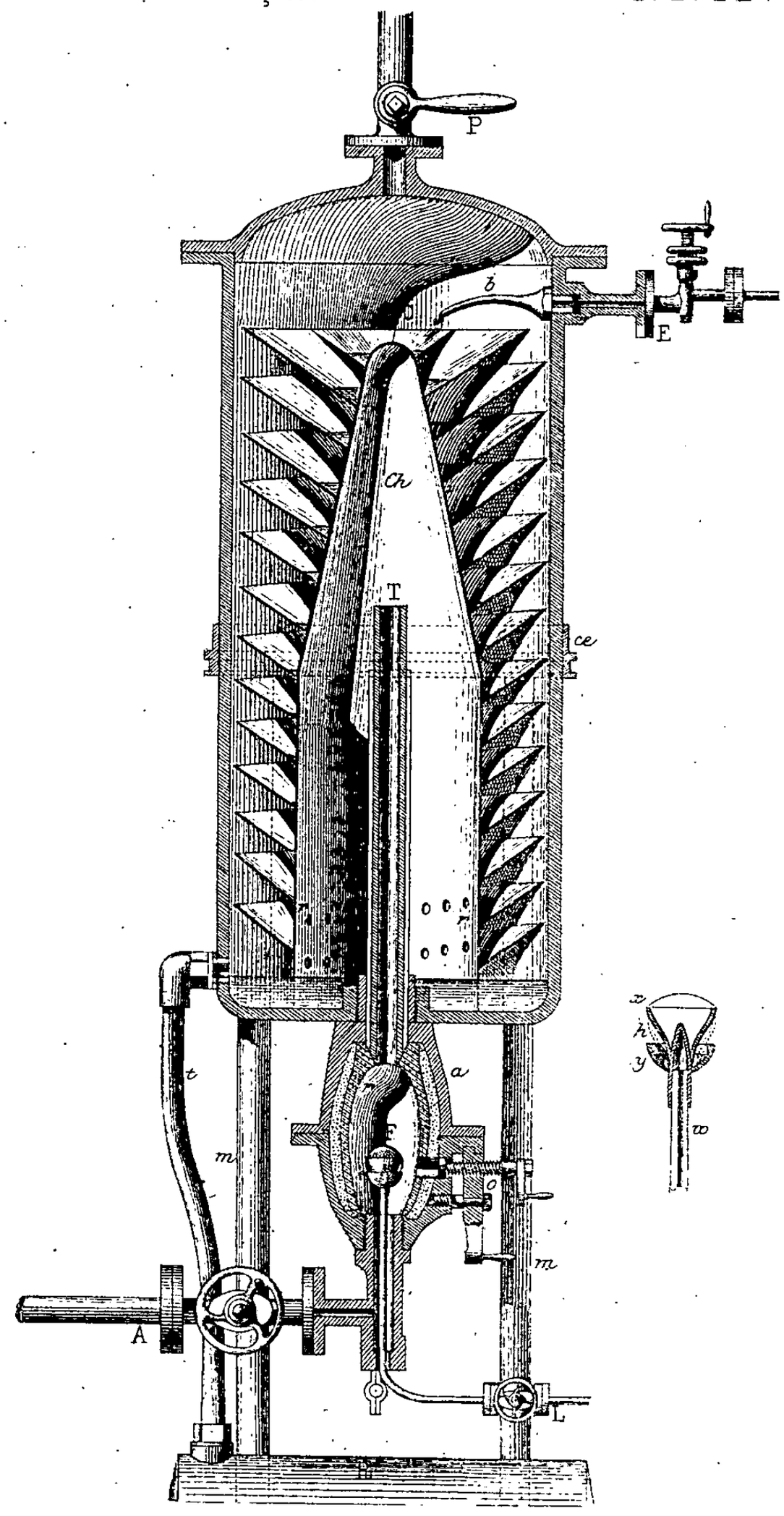


Dr. J. A. FONTAINE — COMPRESSEUR DOMESTIQUE

Fig. 2.



Dr J.A. FONTAINE — COMPRESSEUR DOMESTIQUE



D^R ABEL HUREAU DE VILLENEUVE

Foyer générateur sous pression

Fig. 1

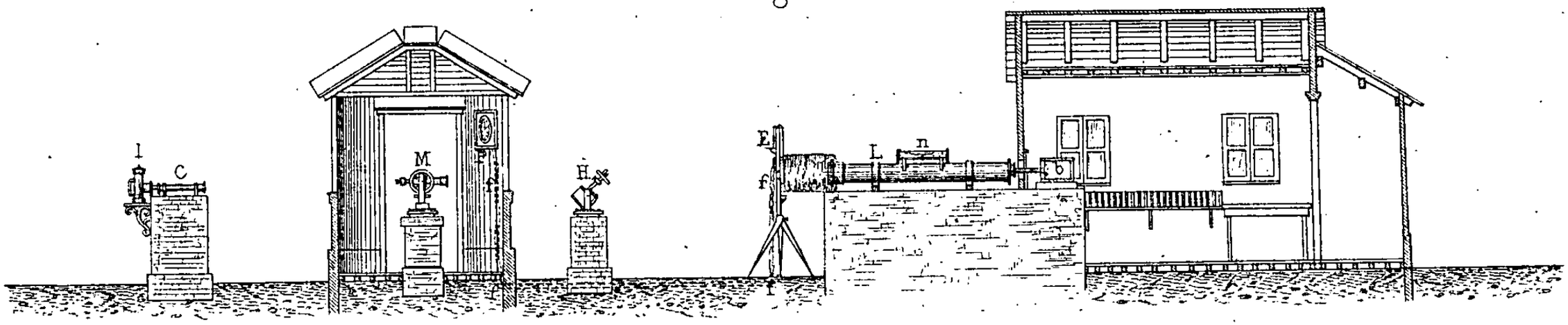
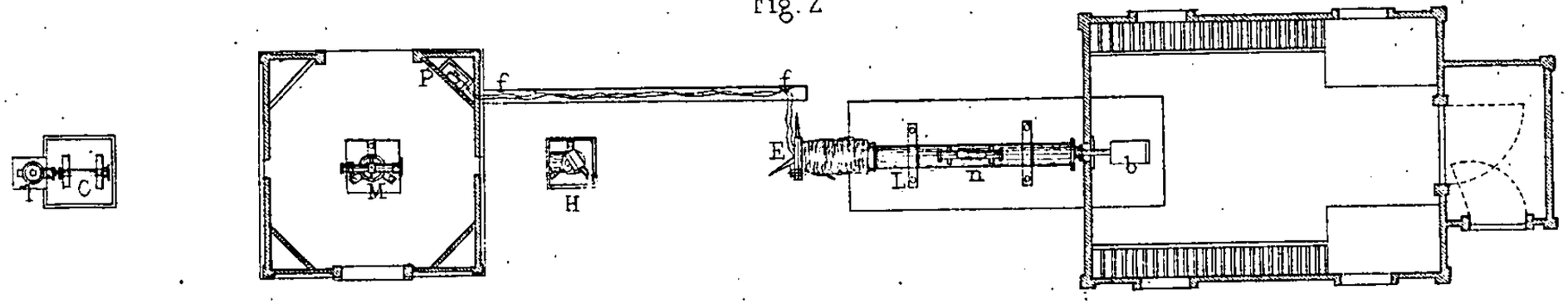


Fig. 2



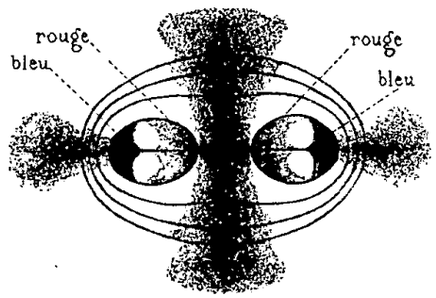
Echelle de $(\frac{1}{100})$

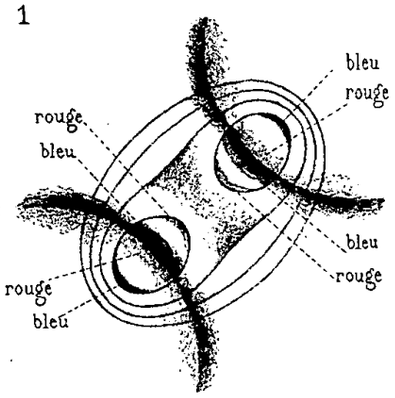
Gravé par Erhard, 12, R. Duguay-Trouin.

Imp. Monrocq.

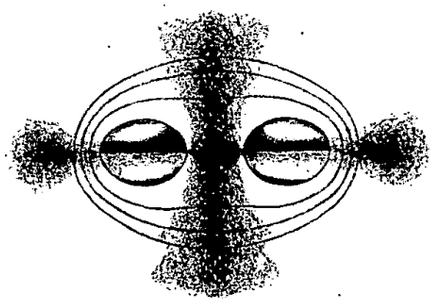
A. LAUSSEDAT. — APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE DESTINÉ A L'OBSERVATION DES PASSAGES DE VÉNUS.

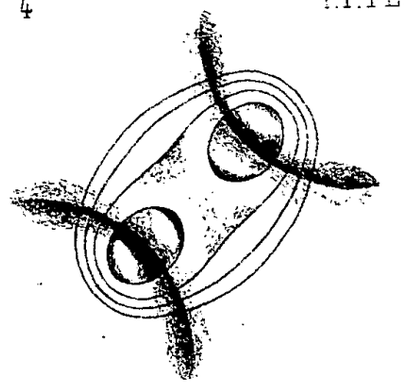
1



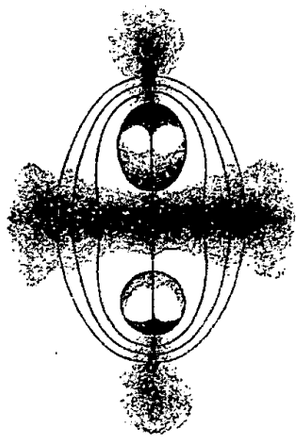


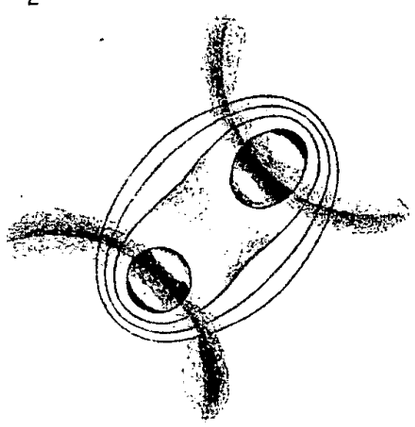
4



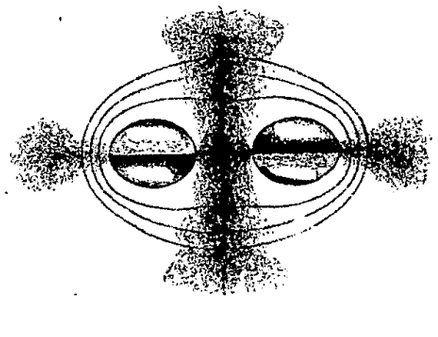


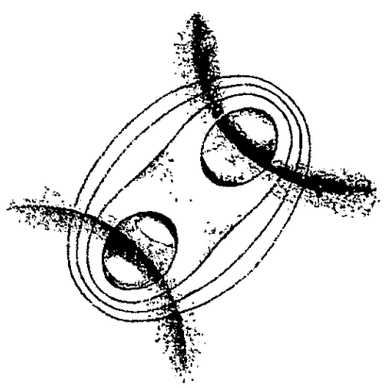
2



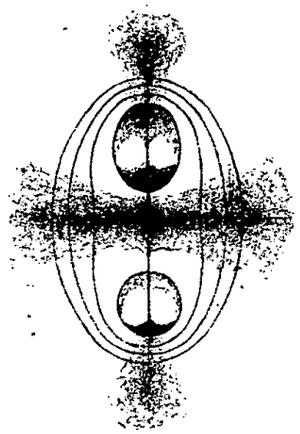


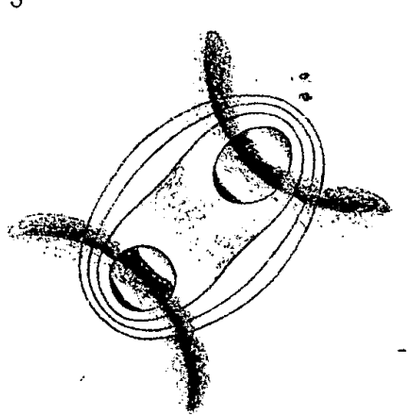
5





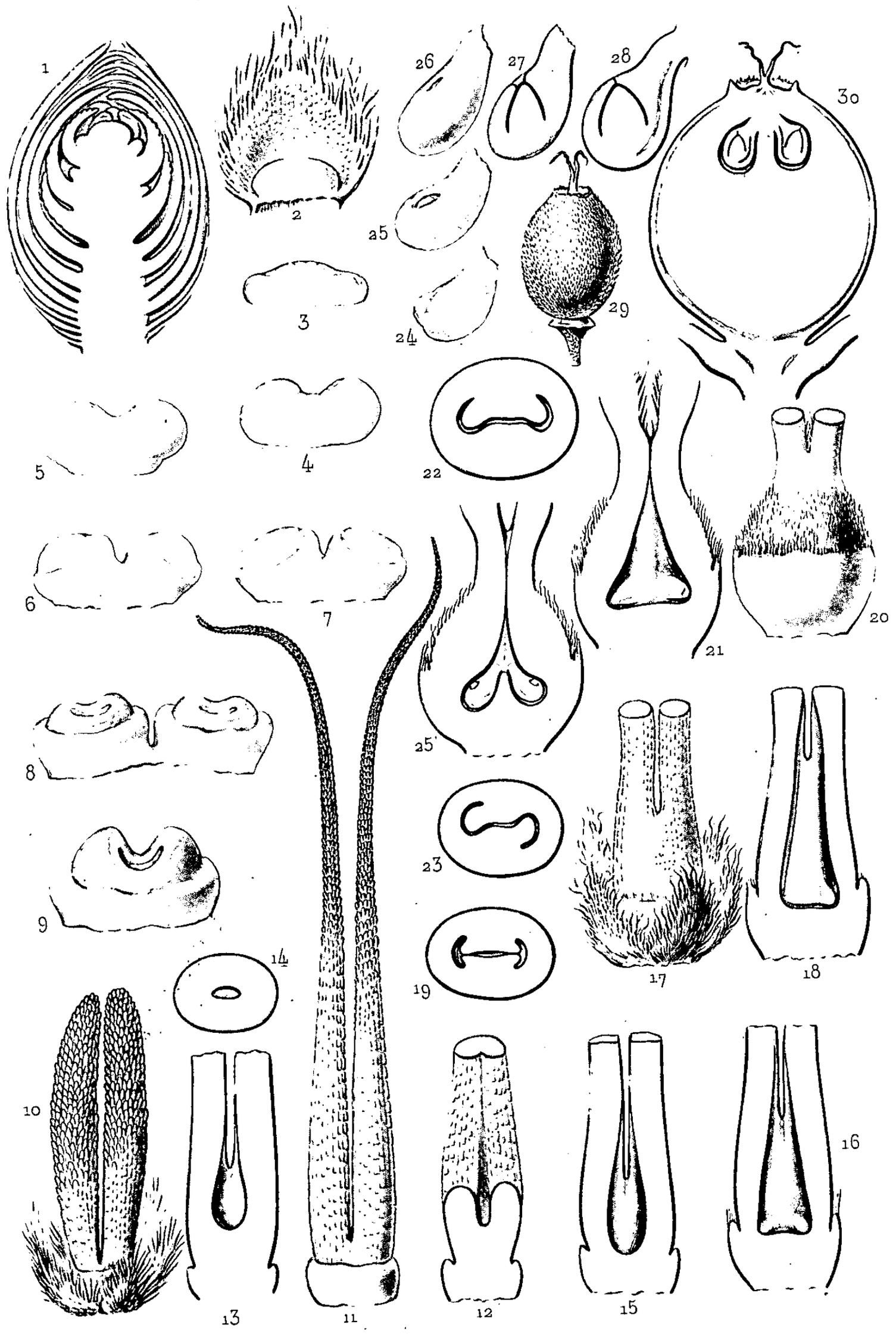
3





1 Nitre $\rho < v$
2 Dispersion inclinée ..... GYPSE
3 ___ id ___ ___ id ___ ..... DIOPSIDE
4 ___ id ___ horizontale ..... ORTHOSE
5 ___ id ___ tournante ou croisée .... BORAX

DES CLOIZEAUX ___ EFFETS PRODUITS PAR LES DIVERS GENRES DE DISPERSION DES AXES OPTIQUES



H. Baillon et A. Faguet del. *Debray sc*

H. BAILLON _CORYLUS AVELLANA

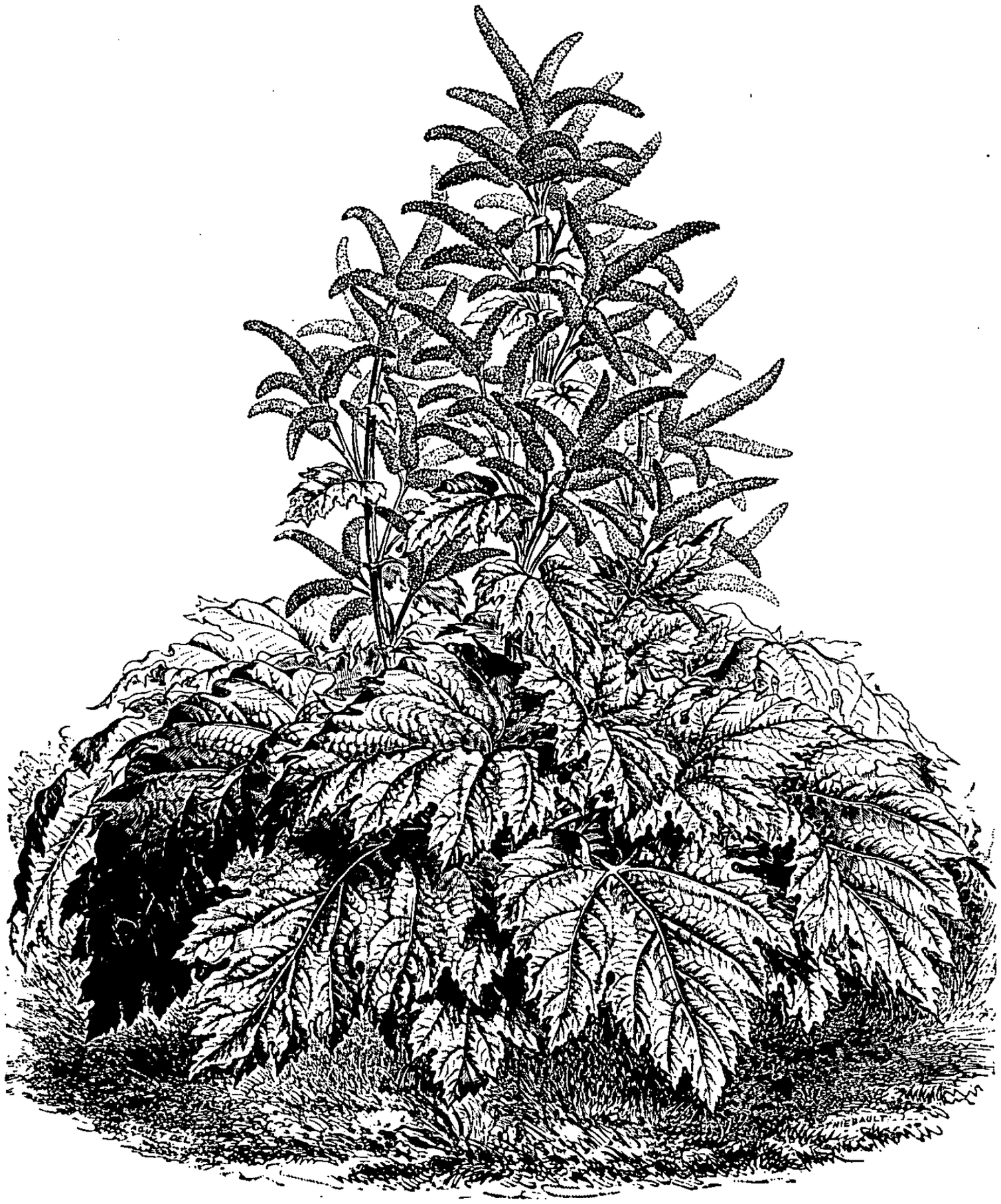


FIG. 1

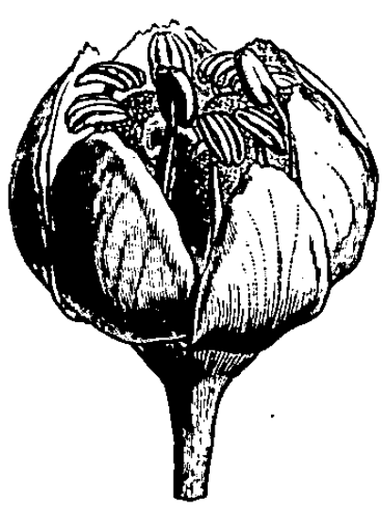


FIG. 2



FIG. 4



FIG. 3

H. BAILLON. — *Rheum officinale H. Bn.*

IMP. E. MARTINET.

Fig. 4. 10/1

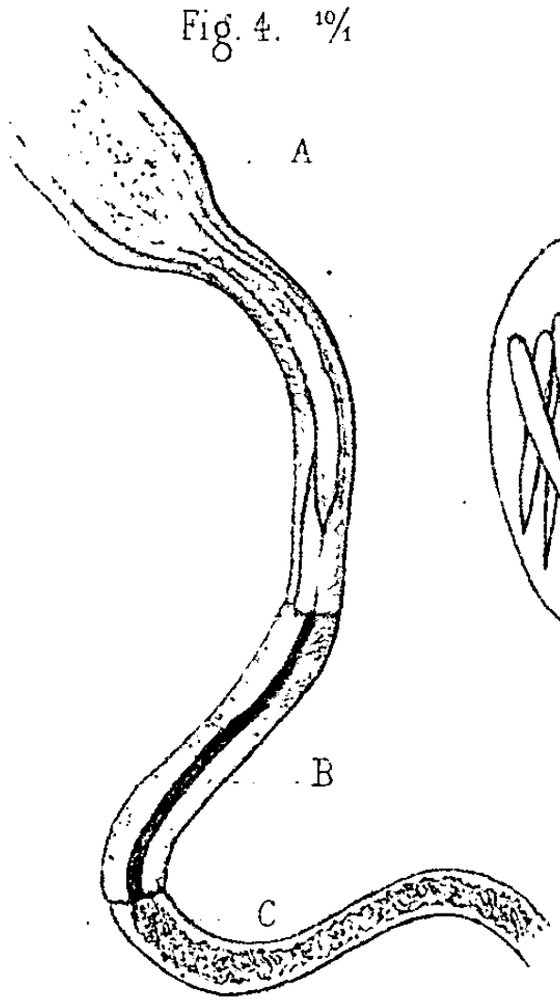


Fig. 2. 153/1

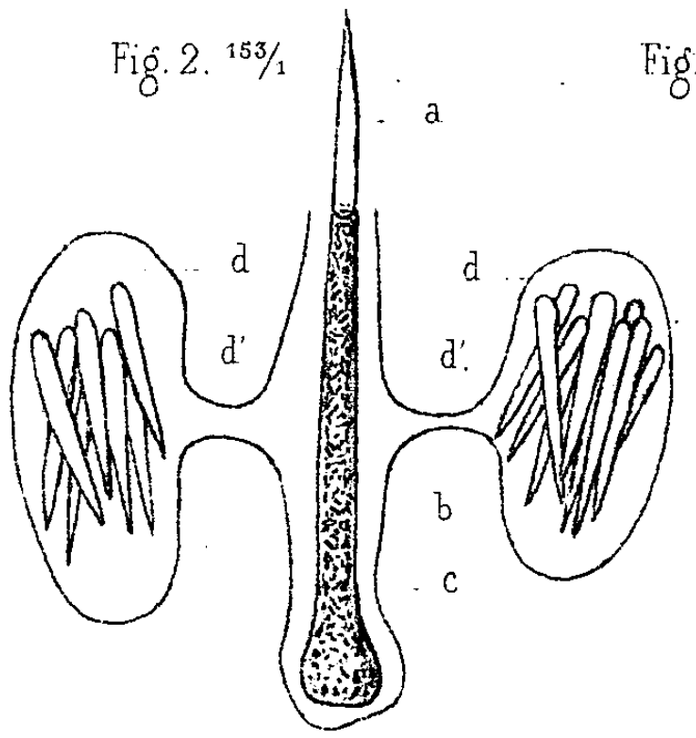


Fig. 3. 20/1

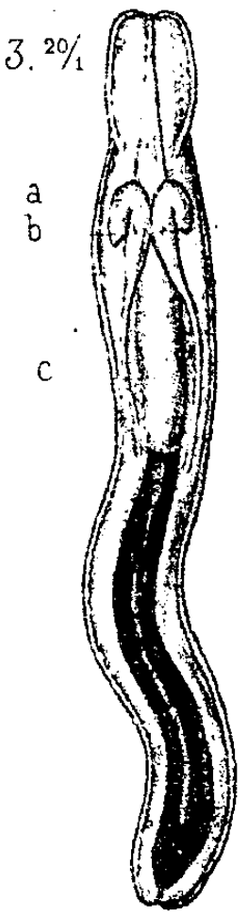


Fig. 1. 153/1

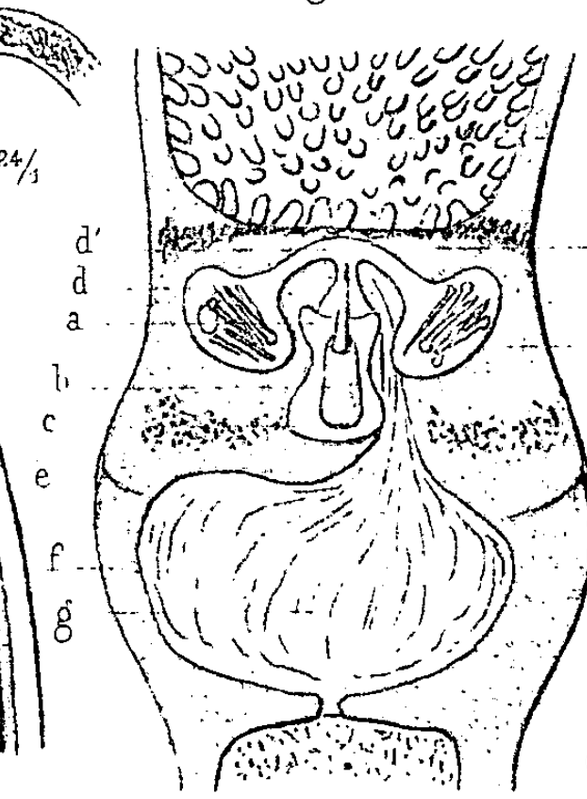


Fig. 9. 71/1

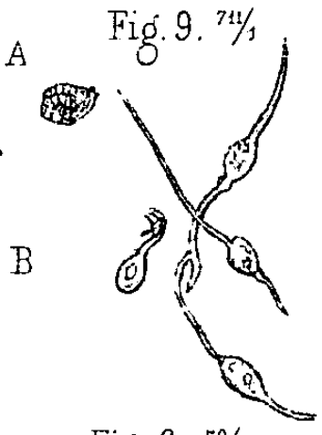


Fig. 6. 59/1



Fig. 7. 24/1

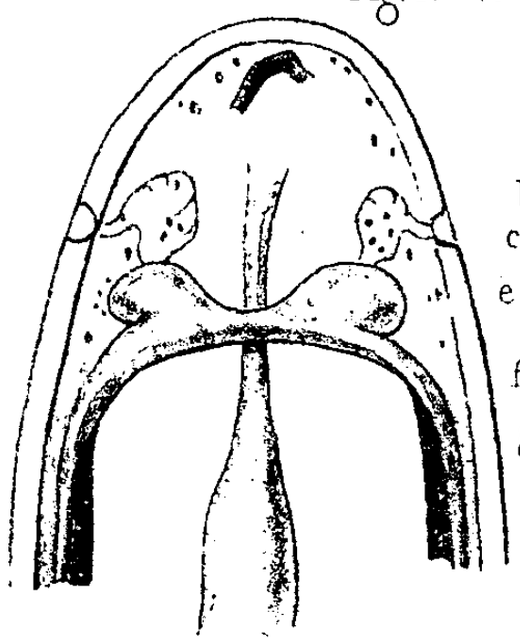


Fig. 5. 24/1

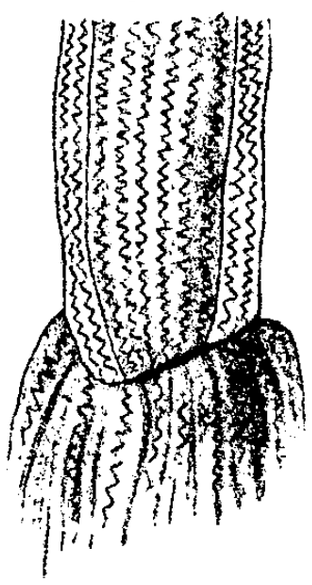
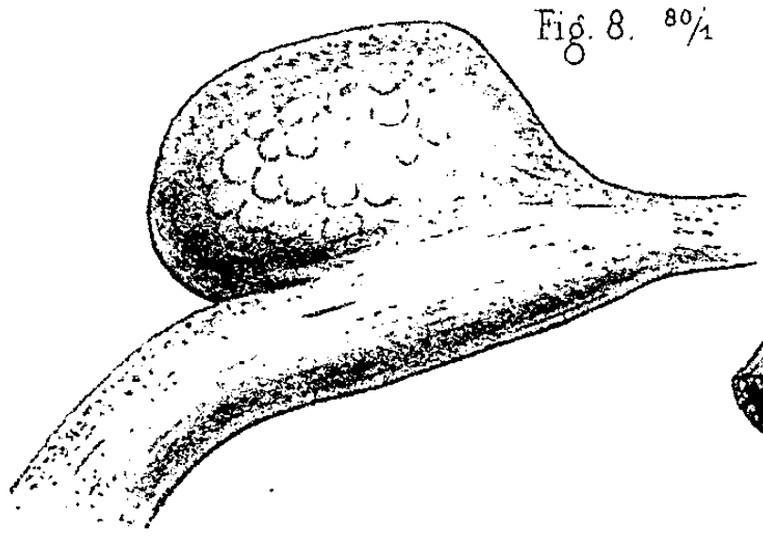


Fig. 8. 80/1



Imp. Becquet, Paris.

L. VAILLANT. — ANATOMIE DES NEMERTIENS.

Fig. 4.



Fig. 5



Fig. 6.

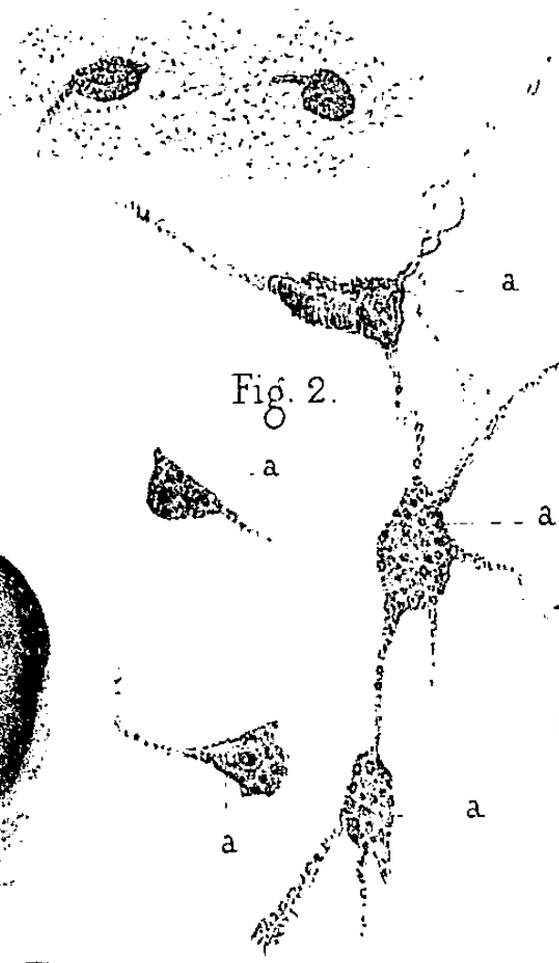


Fig. 3.

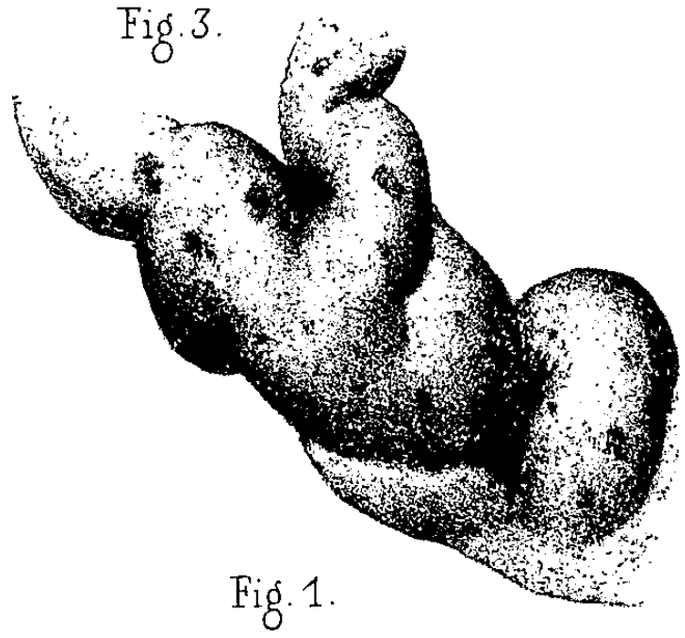


Fig. 2.

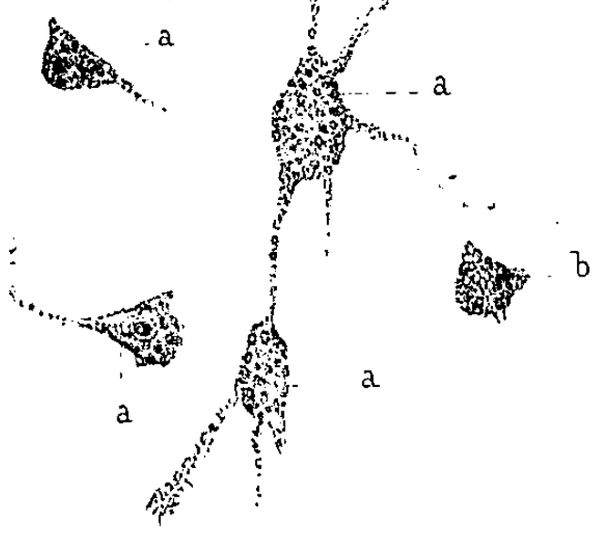
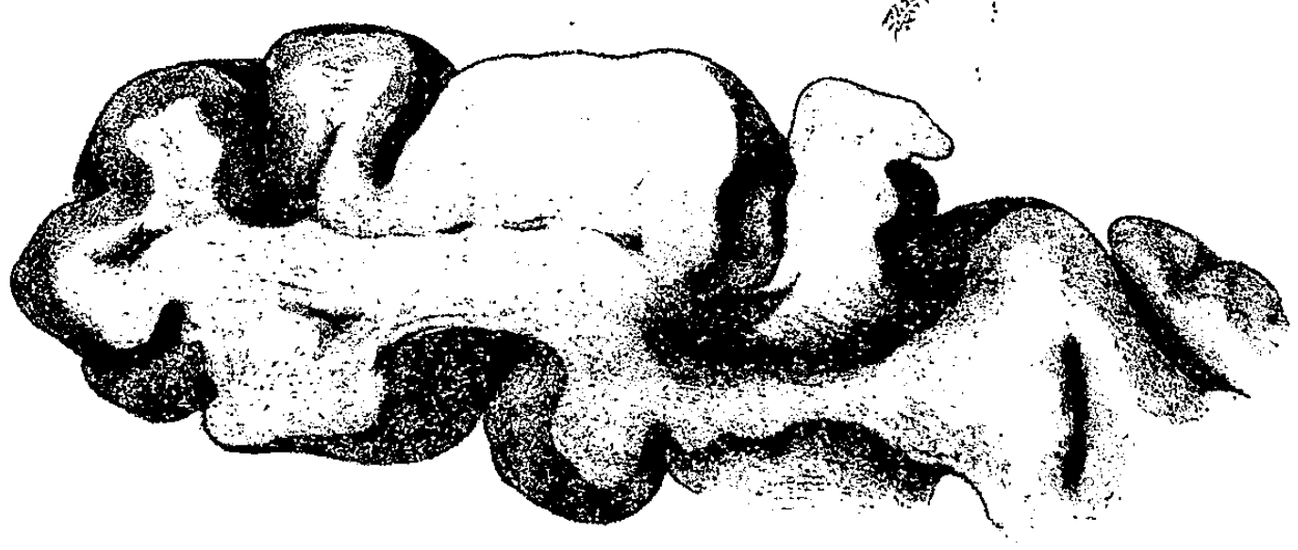


Fig. 1.



Imp. Becquet, Paris.

A. VOISIN. — LÉSIONS CÉRÉBRALES DANS LA FOLIE SIMPLE.

Fig. 1.

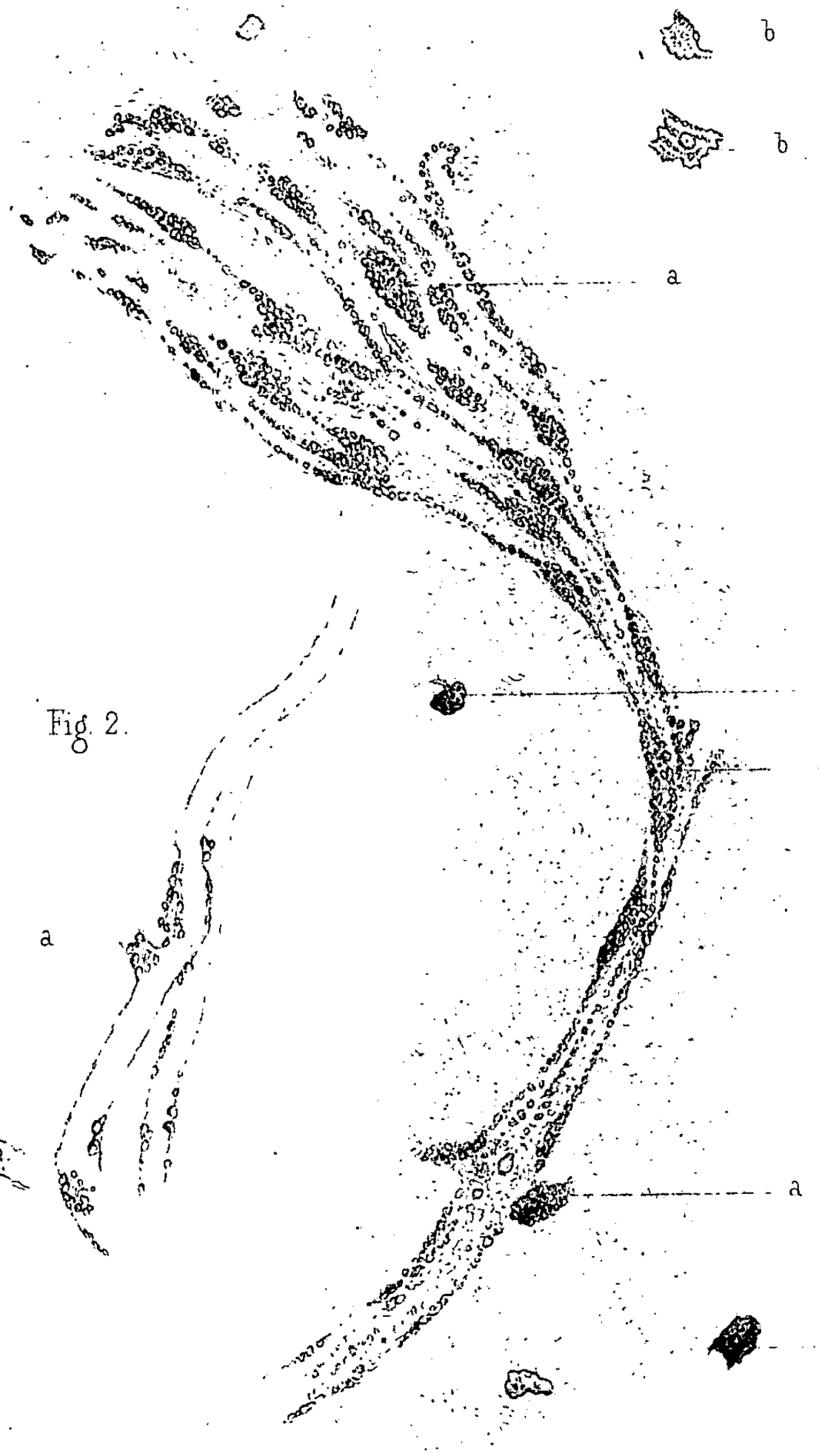
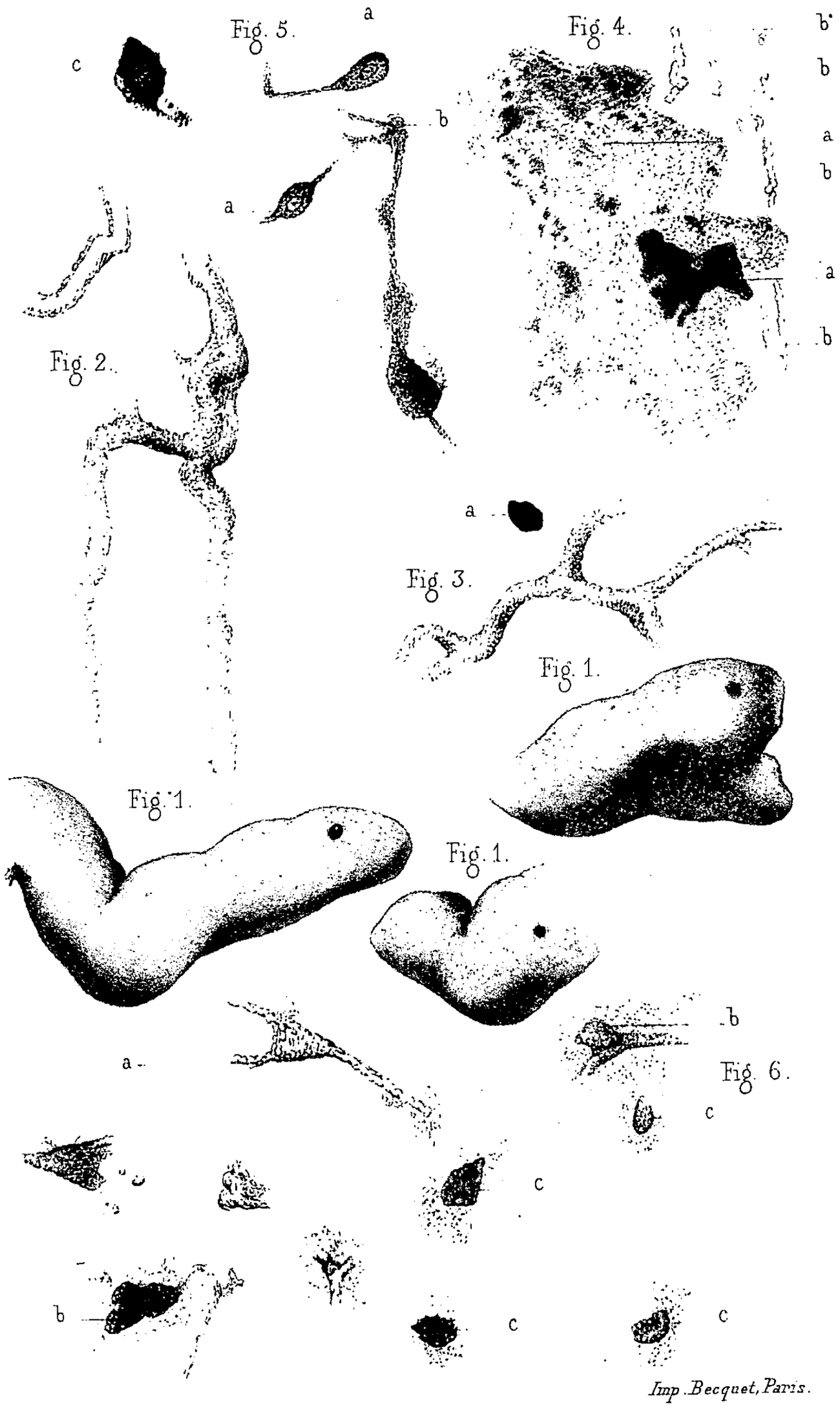


Fig. 2.

Imp. Becquet, Paris.

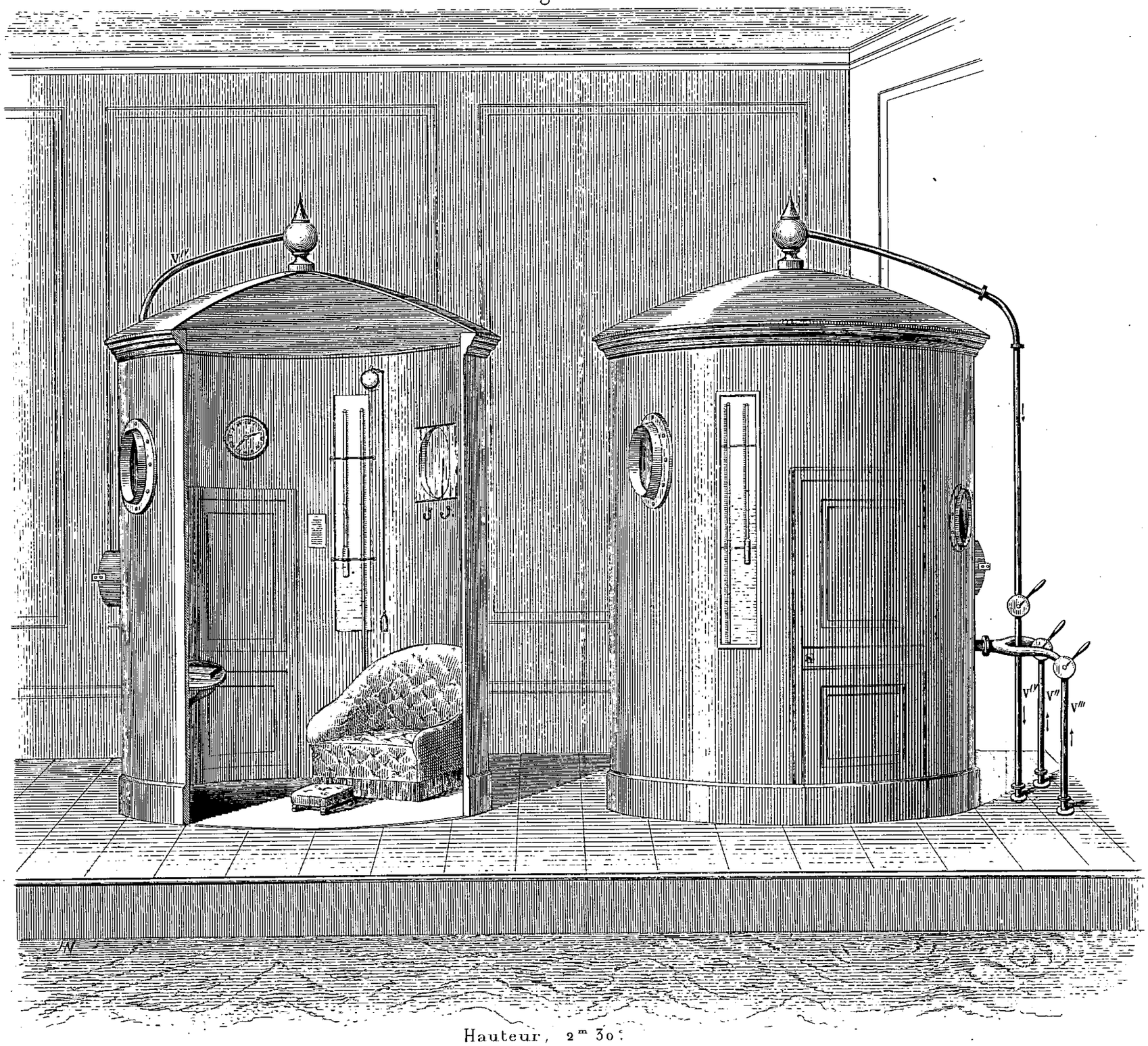
A. VOISIN. — LÉSIONS CÉRÉBRALES DANS LA FOLIE SIMPLE.



Imp. Becquet, Paris.

A. VOISIN. — LÉSIONS CÉRÉBRALES DANS LA FOLIE SIMPLE.

Fig. 3.



Hauteur, 2m 30c.

Dr J.A. FONTAINE – NOUVEAUX APPAREILS PNEUMATIQUES POUR ADMINISTRER LES BAINS D'AIR COMPRIMÉ