ASSOCIATION
FRANÇAISE
POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

FUSIONNÉE AVEC

L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

(Fondée par Le Verrier en 1864)

RECONNUES D'UTILITÉ PUBLIQUE

COMPTE RENDU DE LA 26ME SESSION

SAINT-ÉTIENNE
1897

SECONDE PARTIE

NOTES ET MÉMOIRES



PARIS

AU SECRÉTARIAT DE L'ASSOCIATION

28, rue Serpente (Hôtel des Sociétés savantes)

ET CHEZ MM. G. MASSON ET Cie, LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, boulevard Saint-Germain

1898

ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR

L'AVANCEMENT DES SCIENCES

NOTES ET MÉMOIRES

M. Edouard COLLIGNON

Inspecteur général des Ponts et Chaussées, à Paris.

SUR LA DÉTERMINATION DES MOMENTS D'INERTIE DE POINTS MATÉRIELS SITUÉS DANS UN PLAN [R2c]

— *Séance du 6 août 1897* —

On sait que la longueur l du pendule simple synchrone d'un pendule composé est donnée par la relation $l = a + \frac{K^2}{a}$, a étant la distance du centre de gravité du pendule à l'axe de suspension, et K son rayon de giration par rapport à un axe parallèle mené par le centre de gravité. Cette règle fournit une méthode expérimentale pour déterminer les moments d'inertie d'un solide par rapport à divers axes autour desquels on le fait successivement osciller.

Nous appliquerons cette méthode, considérée à un point de vue purement géométrique, au cas où le corps solide formant pendule se compose d'un nombre quelconque de points matériels, distribués à

distances mutuelles invariables, dans un plan vertical où ils sont tous contenus. L'ensemble de ces points sera supposé osciller autour d'un axe perpendiculaire au plan, ou, ce qui revient au même, osciller dans son plan autour du pied de l'axe.

Avant tout rappelons : 1° que la longueur l ne change pas quand on substitue à l'axe de suspension un autre axe parallèle, éloigné du centre de gravité à la distance a ou à la distance $\frac{K^2}{a}$;

2° Qu'elle ne change pas non plus quand, tout en conservant la position de l'axe de suspension, on déplace l'ensemble des points mobiles en le faisant tourner dans son plan d'un angle quelconque autour de son centre de gravité. Cette opération n'altère, en effet, ni a, ni K.

I. Lorsque le pendule se réduit à un point unique m, suspendu à la distance $l = Om$ du centre O de suspension (*fig.* 1), on a un pendule simple, et l'on ne change rien à la durée de l'oscillation, ni à la longueur l, si l'on introduit un second point matériel de masse m placé au point O lui-même. Car ce point ne participe pas au mouvement oscillatoire. Cela posé, considérons l'ensemble des deux points m et m'; soit G leur centre de gravité, et appliquons la formule du pendule composé à ce cas particulier. Nous ferons $OG = a$, et la longueur l du pendule synchrone étant égale à Om, il en résulte l'égalité $\frac{K^2}{a} = Gm$, c'est-à-dire

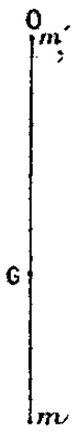


FIG. 1.

$$K^2 = Gm \times a = Gm \times Gm'.$$

Donc *le carré du rayon de giration de deux points matériels par rapport à leur centre de gravité commun est égal au produit des segments dans lesquels le centre de gravité partage la droite qui les réunit.* Ce résultat est facile à vérifier par le calcul direct.

L'ellipsoïde central d'inertie correspondant à ce système de deux points matériels se transforme en un cylindre de révolution ayant pour axe la droite mm'; on peut lui donner pour rayon l'inverse du rayon de giration, $\frac{1}{K} = \frac{1}{\sqrt{Gm \times Gm'}}$.

Supposons, en second lieu (*fig.* 2), qu'on fasse osciller, autour d'un point O quelconque, un système matériel formé de deux points de masse m, m', réunis par un lien invariable et suspendus par des fils sans masse au point O. Soit G leur centre de gravité, a la distance OG.

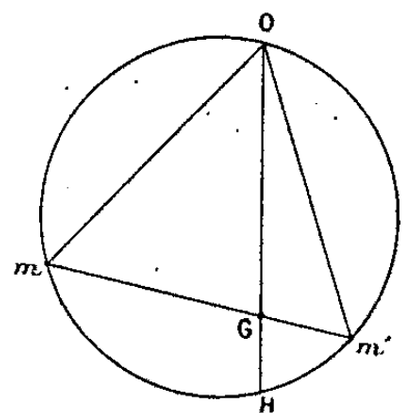


FIG. 2.

On aura $K^2 = mG \times Gm'$. Donc $l = a + \frac{K^2}{a} = OG + \frac{mG \times Gm'}{OG}$. Si donc on circonscrit une circonférence au triangle Omm', elle coupera la droite OG au point H, et la longueur OH sera celle du pendule simple synchrone du pendule composé formé par l'ensemble des deux points m et m'.

II. De deux points nous pouvons passer à trois, en observant, comme tout à l'heure, qu'on ne change rien au pendule composé formé de ces deux points m et m' en y associant un troisième point m'' placé au point O, centre de suspension. La longueur l du pendule simple synchrone sera donc encore égale à OH (*fig. 3*); et si G' est le centre de gravité des trois masses m, m', m'', si l'on pose $OG' = a'$, et qu'on appelle K' le rayon de giration des trois points par rapport au point G', on aura

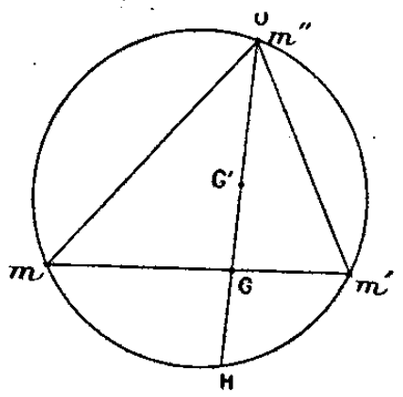


FIG. 3.

$$l = OH = a' + \frac{K'^2}{a'} = OG' + G'H.$$

Donc
$$G'H = \frac{K'^2}{a'}$$

et
$$K'^2 = G'H \times a' = G'H \times G'O;$$

de sorte que *le carré du rayon de giration des trois points* m, m', m'' *par rapport à leur centre de gravité* G' *s'obtient en formant le produit des deux segments dans lesquels le point* G' *partage la corde* OG'H, *ou toute autre corde menée par* G', *dans le cercle circonscrit au triangle* m m' m''.

Le rayon de giration K' est égal à la demi-corde minimum menée par le point G' dans ce même cercle.

Faisons osciller les trois points, invariablement réunis, autour d'un point O de leur plan (*fig. 4*). Circonscrivons un cercle au triangle $m\ m'\ m''$; nous aurons, en menant par le point G' une corde $mG'H$ dans ce cercle,

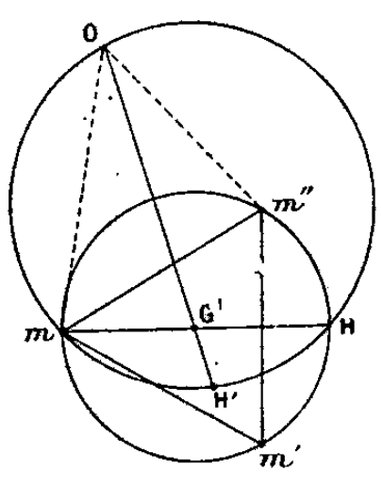


FIG. 4.

$$K'^2 = G'm \times G'H;$$

et en posant $OG' = a$, il viendra pour la longueur l du pendule synchrone

$$l = a + \frac{K'^2}{a} = OG' + \frac{G'm \times G'H}{OG'}.$$

Faisons passer une circonférence par les trois points O, m, H; elle coupera en H′ la droite OG′ prolongée, et l'on aura $l = \mathrm{OH}'$ pour la longueur du pendule simple synchrone,

A la circonférence OmH, on pourrait substituer toute autre circonférence passant par le point O, et ayant avec la circonférence m, m', m'' une corde commune passant par le point G′.

III. Avant d'aller plus loin, cherchons à déterminer l'ellipsoïde central d'inertie du système de trois points m, m', m''. Nous commencerons par construire l'ellipse suivant laquelle l'ellipsoïde coupe le plan des trois points.

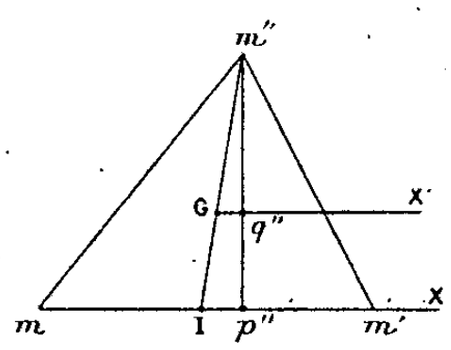


FIG. 5.

Le moment d'inertie des trois points par rapport à la base $m\,m'$ du triangle $m\,m'\,m''$ *(fig. 5)* est égal à

$$\mathrm{I}_X = m'' \times \overline{m''p''}^2,$$

en abaissant du point m'' la hauteur $m''p''$ du triangle. Menons par le point G, centre de gravité des trois points, une parallèle GX′ à la base $m\,m'$X. Nous aurons, en appelant $\mathrm{I}_{X'}$ le moment d'inertie par rapport à cette droite,

$$\mathrm{I}_{X'} = \mathrm{I}_X - (m + m' + m'') \times \overline{p''q''}^2.$$

Soient K_X et $\mathrm{K}_{X'}$ les rayons de giration correspondants; on aura

$$\mathrm{I}_X = (m + m' + m'') \times \mathrm{K}^2_X, \text{ ou } \mathrm{K}^2_X = \frac{m''}{m + m' + m''} \times \overline{m''p''}^2,$$

$$\mathrm{I}_{X'} = (m + m' + m'') \times \mathrm{K}^2_{X'} \qquad \mathrm{K}^2_{X'} = \mathrm{K}^2_X - \overline{p''q''}^2$$

$$= \frac{m''}{m + m' + m''}\,\overline{m''p''}^2 - \overline{p''q''}^2$$

Mais le rapport $\dfrac{m''}{m + m' + m''}$ est donné sur la figure par le rapport des segments $\dfrac{\mathrm{IG}}{\mathrm{I}m''} = \dfrac{p''q''}{m''p''}$.

Donc enfin

$$\mathrm{K}^2_{X'} = \frac{p''q''}{m''p''} \times \overline{m''p''}^2 - \overline{p''q''}^2 = p''q'' \times m''p'' - \overline{p''q''}^2$$

$$= p''q'' \times q''m''.$$

Le carré du rayon de giration des trois points par rapport à GX′ *est donc égal au produit des segments dans lesquels la parallèle* GX′ *au côté* mm′ *partage la hauteur perpendiculaire à ce côté.*

On pourra mener successivement par le centre de gravité des parallèles GX′, GY′, GZ′ aux trois côtés, et former les produits des segments que ces parallèles détermineraient respectivement sur les hauteurs correspondantes. Les racines carrées de ces produits seront les rayons de giration $K_{X'}$, $K_{Y'}$, $K_{Z'}$, par rapport à ces mêmes droites. Portant dans les deux sens à partir de G des segments proportionnels à $\frac{I}{K_{X'}}$, $\frac{I}{K_{Y'}}$, $\frac{I}{K_{Z'}}$, on aura six points de l'ellipse cherchée, qui est située dans un plan de symétrie de l'ellipsoïde. On aura le demi-axe perpendiculaire à ce plan en portant dans les deux sens, sur la normale au plan menée par le point G, des segments proportionnels à $\frac{I}{K'}$, K′ étant le rayon de giration par rapport au point G′, ce qui fera connaître deux sommets de l'ellipsoïde. La surface est entièrement définie par ces divers points.

IV. De trois points on passera à quatre par le même artifice, en plaçant d'abord le quatrième point m''' au centre O de suspension, ce qui fera connaître le rayon de giration des quatre points ; puis on imaginera que l'ensemble des quatre points oscille solidairement autour d'un centre de suspension arbitraire ; ce qui conduira à la longueur l du pendule simple synchrone, et ensuite au rayon de giration de cinq points, en plaçant le cinquième à ce nouveau centre. La méthode peut s'étendre à autant de points qu'on voudra, et elle peut se formuler comme il suit :

Soit G_0 le centre de gravité de n points matériels donnés, de masse totale égale à μ (*fig. 6*) ;

Soit K_0 le rayon de giration de ces n points par rapport à leur centre de gravité G_0.

Ajoutons un $(n+1)^{me}$ point, de masse m, placé en m. Le centre de gravité des $n+1$ points sera un point G, situé sur $G_0 m$, à la distance $G_0G = \frac{m}{\mu + m} \times G_0 m$.

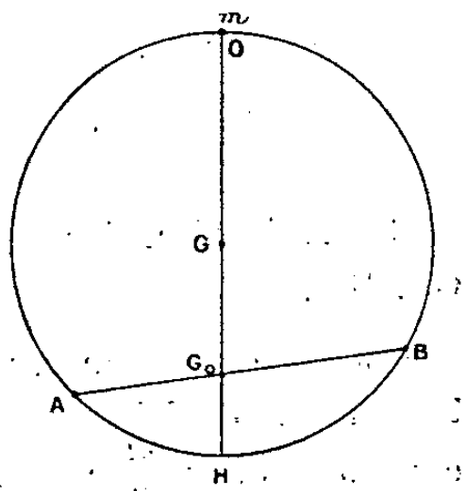


FIG. 6.

Sur une droite AB arbitrairement menée par G_0 prenons deux segments G_0A, G_0B, tels que l'on ait

$$K_0^2 = G_0A \times G_0B,$$

et faisons passer une circonférence par les trois points m. A, B ; elle coupera en H la droite mG_0, et l'on aura

$$K^2 = Gm \times GH,$$

en appelant K le rayon de giration des $n + 1$ points par rapport au centre de gravité G de ces points.

Lorsqu'on cherche de proche en proche les centres de gravité et les rayons de giration centraux, chacune des constructions déjà exécutées fait connaître la corde AB qui doit, avec le nouveau point matériel introduit, servir à la nouvelle construction à faire ; et ces constructions se résument dans le tracé de circonférences passant par trois points donnés.

Si l'on doit opérer sur des points matériels dans l'espace, on pourra les projeter successivement sur trois plans rectangulaires, en conservant les masses de chacun d'eux, et appliquer la construction aux projections. On arrivera toujours à trouver pour chaque plan coordonné le carré du rayon de giration des points projetés par rapport à l'origine, qui sera identique au carré du rayon de giration des points dans l'espace par rapport à l'axe perpendiculaire à ce plan.

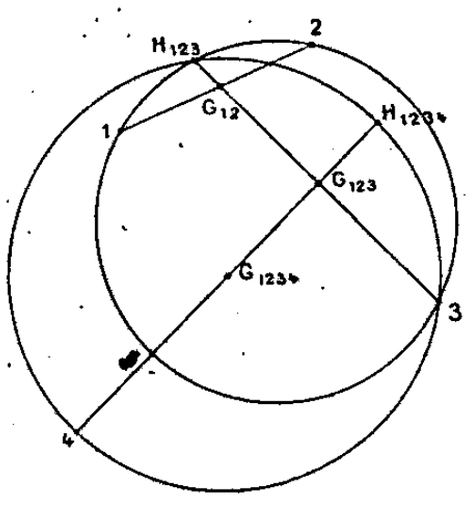


FIG. 7.

Construction pour quatre points (fig. 7).

Détermination des centres de gravité G_{12}, G_{123}, G_{1234}.

Tracé des circonférences (1, 2, 3) déterminant le point H_{123}, et (1234) déterminant le point H_{1231}.

On a comme résultat final :

$$K^2_{1234} = \overline{G_{1234}4} \times \overline{G_{1234}H_{1234}}$$

Construction pour trois points en ligne droite (fig. 8).

Détermination des centres de gravité G_{12}, G_{123}.

Tracé des circonférences (1, 2) déterminant sur une transversale quelconque menée par G_{12}, les segments $G_{12}H_{12}$, $G_{12}H'_{12}$; et (1, 2, 3), déterminant le rayon de giration cherché :

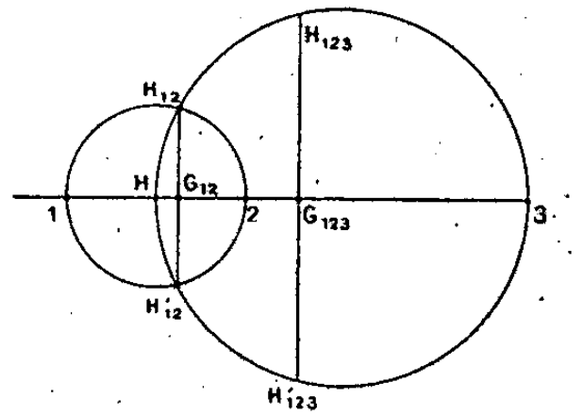


FIG. 8.

$$K^2_{123} = \overline{G_{123}H} \times \overline{G_{123}3} = \overline{G_{123}H_{123}} \times \overline{G_{123}H'_{123}}$$

M. Edouard COLLIGNON

Inspecteur général des Ponts et Chaussées, à Paris.

RECHERCHES SUR CERTAINES TRANSFORMATIONS DES COURBES PLANES

[P 3]

— *Séance du 6 août 1897* —

CHAPITRE PREMIER

CONSERVATION DES SOUS-TANGENTES

Soit $y = f(x)$ l'équation d'une courbe donnée AB, rapportée à des axes qui font entre eux un angle quelconque (*fig.* 1). En un point M pris sur cette courbe menons la tangente MP′ et l'ordonnée MP. Le segment PP′ compris entre ces deux droites sur l'axe des abscisses est la sous-tangente de la courbe au point M. Elle a pour valeur $\frac{y\,dx}{dy} = \frac{f(x)}{f'(x)}$, quel que soit l'angle des axes, et elle reste la même quand on amplifie dans un même rapport les ordonnées y de la courbe sans altérer les abscisses. Elle est indépendante d'ailleurs de l'origine O des coordonnées.

Pour fixer les idées nous supposerons les axes rectangulaires.

Au point M nous ferons correspondre un point M′, situé sur l'ordonnée P′M′ du pied de la tangente, et nous déterminerons le lieu CD des points M′ de telle sorte, que la tangente à ce lieu au point M′ soit la droite M′P. En d'autres termes, les deux courbes CD, AB doivent se correspondre point par point, sous la condition qu'aux points conjugués, la sous-tangente soit commune aux deux courbes.

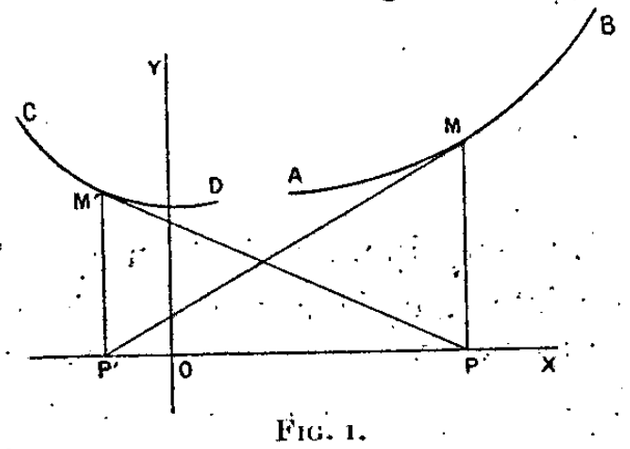


FIG. 1.

Si l'on appelle x et y les coordonnées du point M, et x', y', les coordonnées du point conjugué M′, on aura d'abord

$$(1) \qquad x' = x - \frac{y\,dx}{dy} = x - \frac{f(x)}{f'(x)},$$

ce qui fera connaître x' en fonction de x ; d'ailleurs la condition imposée aux deux courbes entraîne la relation

$$\frac{y'\,dx'}{dy'} = -\frac{y\,dx}{dy}. \tag{2}$$

puisque les sous-tangentes sont égales en valeur absolue, mais dirigées en sens contraires. De là il est facile de déduire y' en fonction de x.

On tire de l'équation (1), en la différentiant,

$$dx' = dx - d\frac{f(x)}{f'(x)} = \frac{f(x)\,f''(x)}{[f'(x')]^2}\,dx, \tag{3}$$

et par conséquent

$$\frac{y'\,dx'}{dy'} = \frac{y'\,f(x)\,f''(x)\,dx}{[f'(x)]^2\,dy'} = -\frac{f(x)}{f'(x)},$$

équation qui se réduit par la suppression du facteur $\frac{f(x)}{f'(x)}$ à la forme simple

$$\frac{dy'}{y'} = -\frac{f''(x)\,dx}{f'(x)} = -\frac{d[f'(x)]}{f'(x)}. \tag{4}$$

L'intégrale générale est

$$y' = \frac{C}{f'(x)}, \tag{5}$$

en appelant C une constante arbitraire.

Les équations (1) et (5) définissent la transformation. On a à la fois

$$x' = x - \frac{f(x)}{f'(x)}, \tag{1}$$

$$y' = \frac{C}{f'(x)}. \tag{5}$$

En principe, l'altération que l'on fait subir à x pour avoir x' consiste à opérer sur l'abscisse donnée, comme on le fait dans la méthode d'approximation de Newton, pour corriger une valeur approximative d'une racine. La transformation est réciproque, car la courbe AB se déduirait de la courbe CD comme celle-ci se déduit de la première. On peut d'ailleurs amplifier les ordonnées y de la première courbe dans un certain rapport, les ordonnées y' de la seconde dans un autre rapport, faire varier l'angle des y avec l'axe des abscisses, faire varier d'une autre manière l'angle des y' avec le même axe, changer l'origine de cet axe; ces diverses modifications

seront sans influence sur les sous-tangentes, et la propriété des deux courbes d'avoir les sous-tangentes communes subsistera malgré ces altérations.

Nous avons supprimé plus haut le facteur $\frac{f(x)}{f'(x)}$; il convient d'examiner à part les cas où ce facteur est nul ou infini. Plusieurs cas sont à distinguer.

1° Si $f(x)$ s'annule ou prend une valeur infinie pour des valeurs de x, ce qui correspond aux racines de l'équation $f(x) = 0$, et aux asymptotes verticales de la courbe, les points P et P′ coïncident; si en même temps $f'(x)$ n'est pas nulle, y' peut avoir une valeur finie; mais alors $\frac{dy'}{dx'}$ doit avoir une valeur infinie, pour que la tangente au point M′ passe par le point P, c'est-à-dire par le point P′;

2° Si $f'(x)$ devient nulle, x' et y' deviennent infinis en même temps, et le point M′ se perd à l'infini sur la courbe CD; nous montrerons plus loin comment on peut construire l'asymptote de cette branche infinie;

3° Si $f'(x)$ est infinie, les points P et P′ coïncident encore, mais l'ordonnée y' devient nulle.

Enfin on peut attribuer à la constante C la valeur zéro. On a alors constamment $y' = 0$, de sorte que l'axe des abscisses peut être regardé comme une des courbes transformées déduites de la courbe donnée AB.

Nous laisserons de côté ces divers cas particuliers, et nous chercherons les propriétés de la transformation, en supposant toujours que les axes soient rectangulaires.

Propriétés de la transformation.

I. De l'équation (5) on tire

$$f'(x) = \frac{C}{y'},$$

valeur qui, substituée dans l'équation (1), conduit à la relation

$$x' = x - \frac{y' f(x)}{C} = x - \frac{yy'}{C},$$

ou bien

$$yy' = C(x - x').$$

Mais $x - x'$ est la sous-tangente commune aux deux courbes. On a en définitive ce théorème : *le rectangle des ordonnées correspondantes est égal au rectangle de la sous-tangente commune et de la constante qui sert à la transformation.*

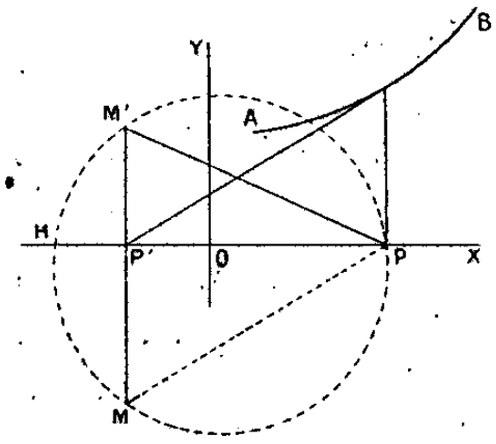


FIG. 2.

Si par le point P (*fig. 2*) on mène une parallèle Pm à la tangente MP' jusqu'à la rencontre de l'ordonnée M'P', la circonférence circonscrite au triangle M'Pm coupera sur l'axe OX un segment HP' égal à la constante C.

II. De la relation (2) on déduit

$$y'\frac{dy}{dx} = -y\frac{dy'}{dx'}.$$

Les fonctions $y\frac{dy}{dx}$, $y'\frac{dy'}{dx'}$ représentent, en coordonnées rectangles, les sous-normales des deux courbes. Soient MN, M'N' (*fig. 3*) les normales aux points correspondants. Par le point M menons Mn parallèle à M'N'; par le point M' menons de même M'n' parallèle à MN. Nous aurons, en valeur absolue,

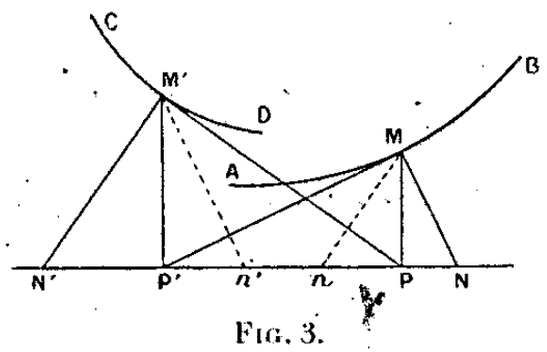


FIG. 3.

$$\mathrm{P}n = \mathrm{P}'\mathrm{N}' \times \frac{\mathrm{PM}}{\mathrm{P}'\mathrm{M}'} = y'\frac{dy'}{dx'} \times \frac{y}{y'} = y\frac{dy'}{dx'},$$

$$\mathrm{P}'n' = y'\frac{dy}{dx},$$

et par suite $\mathrm{P}n = \mathrm{P}'n'.$

Donc, *les segments compris sur l'axe* OX *entre les ordonnées correspondantes et les parallèles menées par chaque point à la normale à l'autre courbe, sont égaux en valeur absolue.*

III. Remarquons de plus $y'\frac{dy}{dx} = yf'(x) = \mathrm{C}$, de sorte que les segments Pn, P'n' ne sont pas seulement égaux entre eux, ils sont constants, et égaux à la constante C qui sert à opérer la transformation. La valeur de cette constante s'obtient en abaissant du point M, ou de son conjugué M', une perpendiculaire sur la tangente menée au point M' ou au point M; le segment nP, ou n'P', pris sur l'axe des abscisses donne la valeur de la constante cherchée.

IV. Cette remarque fournit un moyen graphique de construire la courbe CD, connaissant la courbe AB et ses tangentes.

En un point M de la courbe donnée menons la tangente MP′ *(fig. 4)*. Au pied P′ de cette tangente, élevons l'ordonnée indéfinie P′M′. Prenons sur l'axe OX à partir de P′, dans un sens arbitraire, mais choisi une fois pour toutes, une quantité P′Q égale à la valeur attribuée à la constante C. Du point Q abaissons QM′ perpendiculaire sur la tangente MP′. La droite QM′ déterminera le point M′ par sa rencontre avec l'ordonnée P′M′. On aura donc en M′ le point correspondant au point M, et en M′P la tangente conjuguée à la tangente MP′.

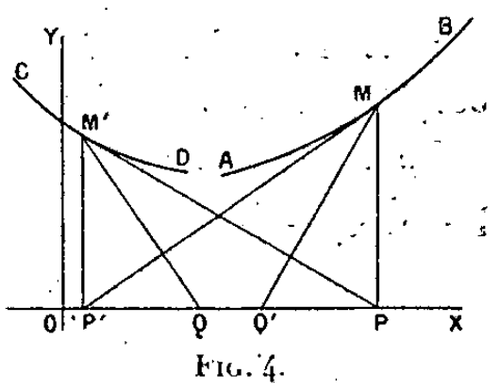


Fig. 4.

V. Si la tangente MP′ à la courbe AB était parallèle à l'axe OX, le point P′ et le point M′ s'éloigneraient à l'infini. Mais la droite PM′, étant toujours tangente à la courbe transformée, deviendra dans ce cas asymptote à la branche infinie de cette courbe. Et comme elle est perpendiculaire à la droite MQ′, qui joint le point M à l'extrémité Q′ du segment PQ′ = C, on voit qu'on trouvera l'asymptote de la courbe CD en portant la constante C de P en Q′, et en abaissant PM′ perpendiculaire sur la droite Q′M.

Le coefficient angulaire de l'asymptote est égal à $-\frac{C}{x}$.

VI. Des relations

$$x' = x - \frac{f(x)}{f'(x)} = \frac{x f'(x) - f(x)}{f'(x)},$$

$$y' = \frac{C}{f'(x)},$$

on déduit par la division

$$\frac{x'}{y'} = \frac{x f'(x) - f(x)}{C}, \tag{6}$$

résultat qu'on peut interpréter géométriquement *(fig. 5)*.

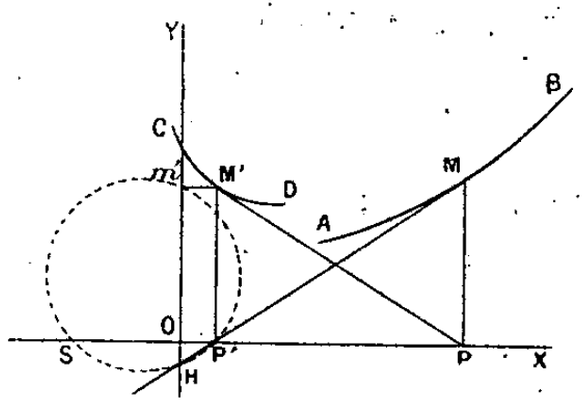


Fig. 5.

La tangente MP′, prolongée s'il est nécessaire, coupe l'axe OY en un point H dont l'ordonnée est $y - x f'(x)$. On a donc en valeur absolue $x f(x) - y = OH$. On a d'ailleurs $x' = OP'$; projetons sur l'axe OY, parallèlement à l'axe OX, l'ordonnée $P'M' = y'$. Prenons enfin OS = C; l'équation (6) donne l'égalité

$$C x' = y' [x f'(x) - y]$$

ou bien

$$OS \times OP' = Om' \times OH,$$

de sorte que les 4 points P′, H, S, m', sont sur une même circonférence. L'origine étant arbitraire, la même propriété subsiste pour une droite quelconque parallèle à l'axe OY.

VII. *Relation entre les rayons de courbure de deux courbes conjuguées, aux points correspondants (fig. 6).*

Le rayon de courbure ρ de la courbe AB au point M est donné par l'équation

$$\rho = \frac{ds}{d\alpha} = \frac{[1 + f'(x)^2]^{\frac{3}{2}}}{f''(x)},$$

ds désignant l'arc de la courbe, et $d\alpha$ l'angle de contingence. On peut prendre pour l'angle α l'angle MP′X, formé par la tangente avec l'axe OX.

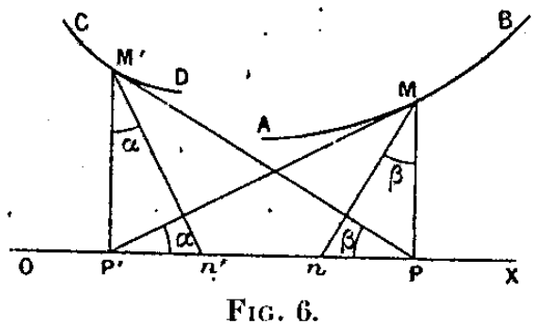


FIG. 6.

Si nous appelons de même ds' l'arc de la courbe CD, β l'angle M′PP′ de la tangente avec l'axe OX pris dans le sens négatif, nous aurons pour le rayon de courbure de la courbe CD au point M′,

$$\rho' = -\frac{ds'}{d\beta}.$$

Mais $\text{tang}\,\beta = \frac{nP}{PM} = \frac{C}{y}$,

en prenant sur l'axe PO la quantité $nP = C$. Donc

$$d\beta = d\left(\text{arc tang}\,\frac{C}{y}\right) = -\frac{C\,dy}{C^2 + y^2},$$

et par conséquent

$$\rho' = \frac{(C^2 + y^2)\,ds'}{C\,dy}.$$

Or $ds'\cos\beta = dx'$, et par suite $ds' = dx' \times \sqrt{1 + \text{tang}^2\beta}$

$$= \frac{dx'}{y}\sqrt{C^2 + y^2}.$$

On a de plus $dx' = \frac{f(x)f'''(x)}{f'(x)^2}\,dx = \frac{y\,\frac{d^2y}{dx^2}}{\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}\,dx$;

Donc enfin $\rho' = \frac{(C^2 + y'^2)^{\frac{3}{2}}}{C}\,\frac{\frac{d^2y}{dx^2}}{\left(\frac{dy}{dx}\right)^3}$.

Les différents facteurs qui entrent dans cette formule sont, à l'exception de $\frac{d^2y}{dx^2}$, donnés sur la figure. On a en effet

$$\sqrt{C^2 + y'^2} = Mn, \quad \text{et} \quad \frac{dy}{dx} = \frac{C}{y'};$$

donc

$$\rho' = \frac{\overline{Mn}^3 \frac{d^2y}{dx^2}}{C \times \frac{C^3}{y'^3}} = \frac{y'^3 \times \overline{Mn}^3 \frac{d^2y}{dx^2}}{C^4}.$$

Le rayon de courbure ρ sera donné par la formule

$$\rho = \frac{\left(1 + [f'(x)]^2\right)^{\frac{3}{2}}}{f''(x)} = \frac{\left(1 + \frac{C^2}{y'^2}\right)^{\frac{3}{2}}}{\frac{d^2y}{dx^2}} = \frac{\left(C^2 + y'^2\right)^{\frac{3}{2}}}{y'^3 \times \frac{d^2y}{dx^2}}$$

$$= \frac{\overline{M'n'}^3}{y'^3 \times \frac{d^2y}{dx^2}}.$$

Le produit des deux rayons de courbure élimine la seconde dérivée $\frac{d^2y}{dx^2}$ et donne

$$\rho\rho' = \frac{\overline{Mn}^3 \times \overline{M'n'}^3}{C^4}.$$

On a d'ailleurs

$$Mn \sin\beta = C,$$

$$M'n' \sin\alpha = C.$$

Donc $$\rho \sin^3\alpha \times \rho' \sin^3\beta = C^2.$$

Soit $\rho = MO$, pris sur la normale à la courbe *(fig. 7)*. L'angle OMR sera égal à α. Si donc on projette O en p sur la parallèle à OX, puis p en q sur MO, et enfin q en H sur Mp, on aura $MH = \rho \sin^3\alpha$. Menons la normale M'O' au point M. On déterminera M'H', sur la parallèle M'p' à OX menée par M', à l'aide de la relation

$$MH \times M'H' = C^2.$$

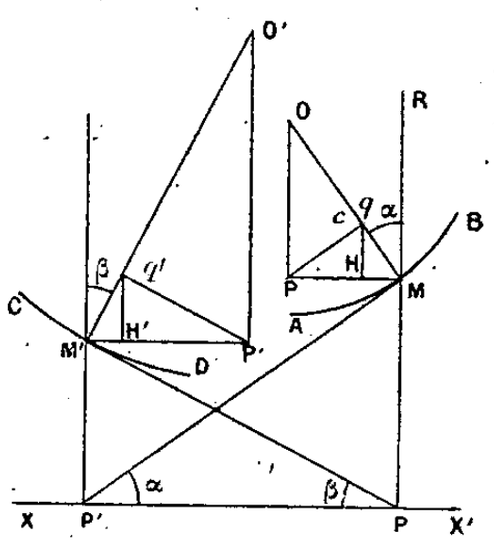


FIG. 7.

Puis élevant $H'q'$ perpendiculaire à $M'H'$, $q'p'$ perpendiculaire à la normale $M'O'$, enfin $p'O'$ perpendiculaire à $M'p'$, on aura $\rho' = M'O'$.

A un point d'inflexion de l'une des courbes correspond dans l'autre un point de rebroussement *(fig. 8)*. Si l'on a en effet $\rho = \infty$, il est nécessaire qu'on ait aussi $\rho' = 0$. Remarquons d'ailleurs qu'alors $f'''(x) = 0$; de sorte que dx' est nul, ce qui montre que le point M', après avoir avancé jusqu'au point d'abscisse x', rétrograde à partir de ce point.

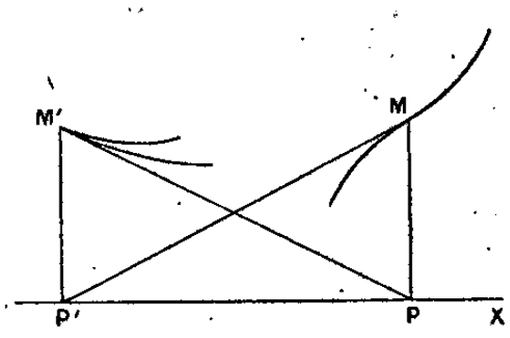


FIG. 8.

A un point anguleux de la courbe donnée AB correspond une discontinuité de la courbe CD. Car aux deux tangentes du point anguleux correspondent deux points distincts dans la courbe transformée.

VIII. *Relation entre les aires correspondantes dans les deux courbes conjuguées.*

Reprenons les deux équations

$$x' = x - \frac{f(x)}{f'(x)},$$

$$y' = \frac{C}{f'(x)},$$

qui font passer d'une courbe à l'autre. On déduit de la première, en la différentiant,

$$dx' = \frac{f(x)\,f''(x)\,dx}{f'(x)^2} = y\,dx \times \frac{f''(x)}{[f'(x)]^2},$$

et par conséquent

$$y'\,dx' = \frac{C\,f''(x)}{[f'(x)]^3} \times y\,dx,$$

relation entre les aires élémentaires prises dans les deux courbes. On peut remarquer qu'elle ne change pas quand on déplace la courbe donnée parallèlement à l'axe OY. Supposons qu'on augmente les ordonnées y d'une quantité constante A, de sorte qu'on ait

$$y = f(x) + A.$$

Une telle altération laisse subsister les dérivées $f'(x)$, $f''(x)$. Les ordonnées y' ne sont pas altérées si on conserve la valeur attribuée à la constante C; mais les abscisses x' sont diminuées d'une quantité proportionnelle aux ordonnées y'. On a, en effet,

$$x' = x - \frac{f(x) + A}{f'(x)} = x - \frac{f(x)}{f'(x)} - \frac{A}{f'(x)} = x' - \frac{A}{C}\,y'.$$

Le déplacement de la courbe donnée entraîne donc une altération de la courbe conjuguée, mais sans changement du rapport $\frac{C f''(x)}{[f'(x)]^3}$ entre les aires élémentaires.

Un cas particulier intéressant est celui où ce rapport est constant ; alors le rapport entre les aires finies prises entre des points correspondants est constant lui-même. Pour trouver la courbe AB qui possède cette propriété, il suffit d'égaler à une constante la fonction $\frac{f''(x)}{[f'(x)]^3}$, et d'intégrer l'équation différentielle résultante. Faisons $f'(x) = p$, $f''(x) = \frac{dp}{dx}$; il viendra, en appelant $\frac{h}{2}$ la valeur constante de la fonction, l'équation différentielle

$$\frac{dp}{dx} = \frac{hp^3}{2}.$$

On en déduit, en séparant les variables,

$$\frac{1}{2p^2} = \frac{l}{2} - \frac{hx}{2},$$

$\frac{l}{2}$ désignant une nouvelle constante introduite par l'intégration ; c'est-à-dire

$$p = \frac{dy}{dx} = \frac{1}{\sqrt{l - hx}}.$$

Une seconde intégration conduit à l'équation définitive

$$y = l' - \frac{2}{h}\sqrt{l - hx},$$

où l' est une constante arbitraire. C'est l'équation d'une parabole dont l'axe est parallèle à OX. La courbe transformée est aussi une parabole ; elle a son axe parallèle à OX, mais dirigé en sens inverse de l'axe de la première courbe.

IV. On peut, dans le même ordre d'idées, déterminer la fonction $f(x)$, supposée inconnue, sous la condition d'imposer une relation donnée entre les deux ordonnées conjuguées y et y'. Cela revient, en effet, à imposer une relation particulière entre $f(x)$ et $f'(x)$, et à intégrer l'équation différentielle qui en résulte. Supposons, par exemple, qu'on établisse entre y et y' une relation linéaire,

$$y' = ay + b.$$

On aura, en remplaçant y' par $C\frac{dx}{dy}$,

$$C\frac{dx}{dy} = ay + b,$$

Donc $Cx = \frac{ay^2}{2} + by + C'$, équation d'une parabole.

L'égalité des ordonnées y, y' est comprise dans cette solution en faisant $a = 1$, $b = 0$; un rapport constant entre les deux ordonnées correspond à b nul, avec une valeur quelconque pour a.

Si l'on veut que le produit yy' soit constant, on posera

$$y \times \frac{C dx}{dy} = a^2,$$

ce qui conduit à l'exponentielle

$$y = A e^{\frac{Cx}{a^2}},$$

avec une constante arbitraire A.

Supposons enfin que y' doive être constamment proportionnel à une puissance déterminée de y, de sorte qu'on ait

$$a^{m-1} y' = y'^m,$$

le facteur a^{m-1} étant mis là pour l'homogénéité.

On en déduit

$$Ca^{m-1} dx = y^m dy,$$

et par conséquent

$$Ca^{m-1} x = \frac{y^{m+1}}{m+1} + C',$$

équation qui représente une parabole du degré $m + 1$.

Applications particulières.

1° Soit $y = ax + b$ l'équation d'une droite donnée. On aura

$$f(x) = ax + b,$$
$$f'(x) = a,$$

et par suite

$x' = x - \frac{ax + b}{a} = -\frac{b}{a}$, abscisse du point où la droite coupe OX, et

$$y' = \frac{C}{a}.$$

On obtient donc un point unique, situé sur l'ordonnée du point commun à l'axe et à la droite. On peut regarder ce point comme un cercle de rayon infiniment petit ; toute droite menée par le point peut être considérée comme tangente au cercle, et la condition de réciprocité est remplie pour un point quelconque de la droite donnée.

2° Soit $y = ax^m$ l'équation d'une parabole de degré m. Il viendra successivement

$$f(x) = ax^m$$

$$f'(x) = max^{m-1}$$

$$x' = \frac{m-1}{m}x$$

$$y' = \frac{C}{max^{m-1}}.$$

Eliminons x entre les deux dernières équations. Nous obtenons pour équation finale

$$y'x'^{m-1} = \frac{C(m-1)^{m-1}}{am^m},$$

c'est-à-dire l'équation d'une parabole de degré négatif $-(m-1)$. La transformée est du même ordre que la proposée.

Lorsque $m = 2$, la parabole ordinaire $y = ax^2$ se transforme dans l'hyperbole $x'y' =$ constante. On le reconnaît immédiatement par la simple géométrie. La parabole OA *(fig. 9)* representée par l'équation $y = ax^2$ a pour tangente la droite MP′, qui passe au point P′ milieu de l'abscisse OP. La tangente PM′ à la courbe transformée, prolongée jusqu'à la rencontre en R avec OY, est donc divisée au point M en deux parties égales : ce qui caractérise l'hyperbole CD, asymptote aux deux axes OX, OY.

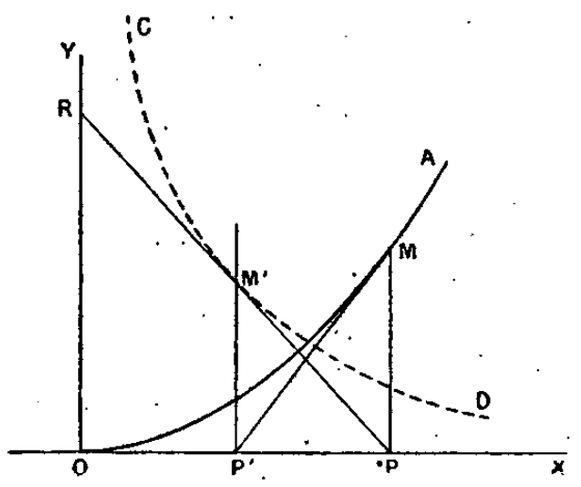


FIG. 9.

3° Soit $y = Ae^{mx}$ l'équation d'une exponentielle. On aura

$$f(x) = Ae^{mx},$$

$$f'(x) = Ame^{mx},$$

$$x' = x - \frac{1}{m},$$

$$y' = \frac{C}{Ame^{mx}} = \frac{C}{Am}e^{-mx}.$$

En éliminant x entre ces deux équations, on a

$$y' = \frac{C}{mAe} e^{-mx'} = A'e^{-mx'},$$

équation d'une exponentielle de même paramètre que la courbe donnée, mais retournée dans le sens opposé autour d'une perpendiculaire à l'axe OX. Ce résultat était aisé à prévoir. Les deux exponentielles ont des sous-tangentes égales au signe près, et par conséquent si pour l'une AB, on a au point M la tangente MP', pour l'autre, au point M' correspondant on aura la tangente M'P (*fig. 10*). Le produit yy' est alors constant.

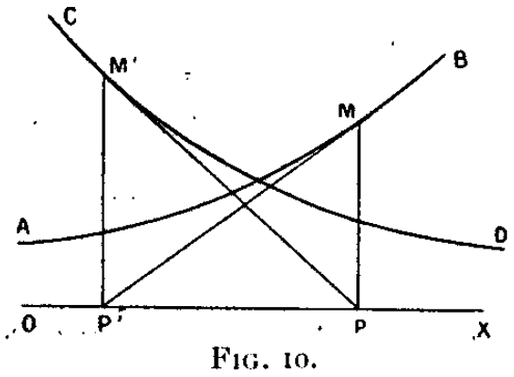


FIG. 10.

On peut faire en sorte que ces tangentes conjuguées soient rectangulaires. Il suffit pour cela de prendre la constante C égale à la sous-tangente constante PP'; alors le point M' sera sur la perpendiculaire abaissée du point P sur la tangente entre MP'. On aura de plus $yy' = \overline{PP'}^2$.

4° Transformons le cercle représenté par l'équation

$$x^2 + y^2 = r^2.$$

On aura successivement

$$y = f(x) = \sqrt{r^2 - x^2},$$

$$f'(x) = -\frac{x}{\sqrt{r^2 - x^2}},$$

Donc

$$x' = x + \frac{\sqrt{r^2 - x^2}}{\left(\frac{x}{\sqrt{r^2 - x^2}}\right)} = \frac{r^2}{x} \text{ et } y' = \frac{C\sqrt{r^2 - x^2}}{x}.$$

L'élimination de x conduit à l'équation finale

$$y' = \frac{C}{r}\sqrt{x'^2 - r^2},$$

équation d'une hyperbole tangente au cercle aux points A et A' où l'axe OX rencontre la circonférence (*fig. 11*). Il est facile d'arriver à cette équation par la simple géométrie.

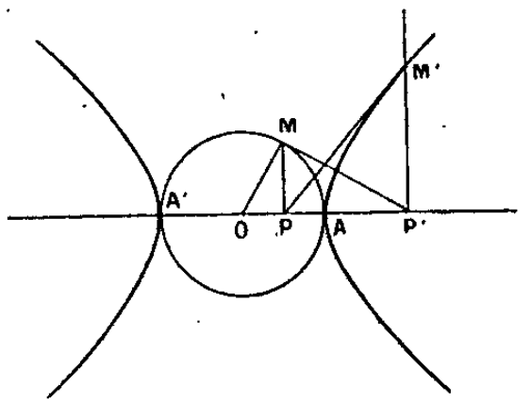


FIG. 11.

5° L'équation $y^2 = 2px$ représente une parabole ayant pour diamètre l'axe OX *(fig. 12)*. La sous-tangente P P′ est alors égale au double de l'abscisse OP. Il en est de même pour une autre parabole $y'^2 = -2qx'$, dirigée en sens inverse, mais tangente comme la première à l'axe OY au point O. Les deux courbes satisfont donc à la condition de la transformation.

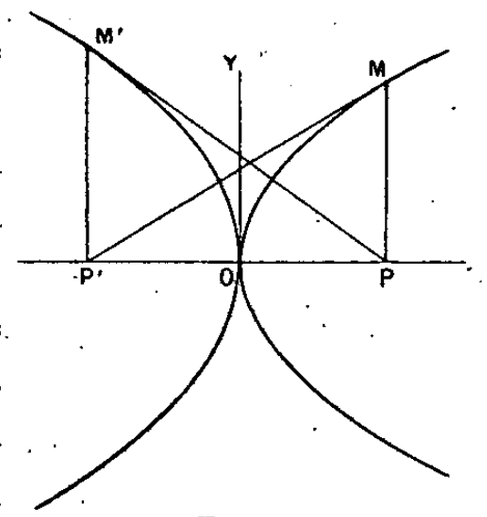


FIG. 12.

Si l'on associait deux paraboles de même paramètre, $y^2 = 2px$, $y'^2 = -2px'$, les ordonnées correspondantes seraient de plus égales. Nous avons vu plus haut que la condition $y = y'$ imposée, aux ordonnées conjuguées, exige que la courbe donnée soit une parabole.

6° *Cycloïde rapportée à la tangente à son sommet.* — Soit AOB la cycloïde, prise dans la position où on la met pour réaliser le pendule cycloïdal. Nous prendrons pour axe la tangente OX au point le plus bas, et la perpendiculaire OY élevée par le point O *(fig. 13.)*

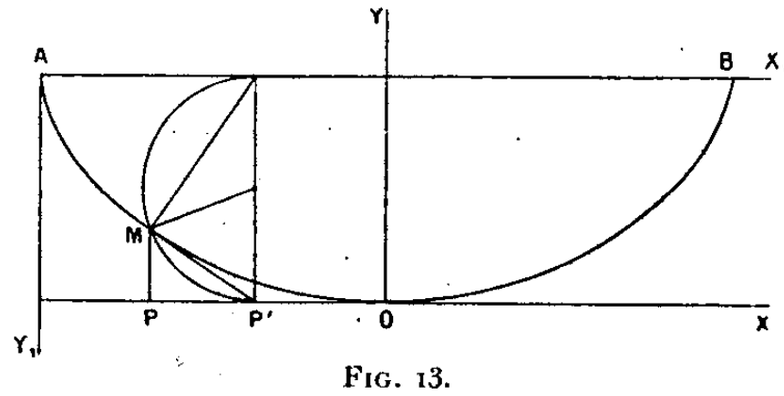


FIG. 13.

Rapportée aux axes ABX_1, AY_1, elle a pour équations

$$x_1 = a(u - \sin u),$$
$$y_1 = a(1 - \cos u),$$

en appelant a le rayon du cercle générateur, et u l'angle au centre de l'arc appliqué sur la droite AB depuis le point de départ A de la courbe.

Rapportée aux axes OX, OY, elle aura pour équations

$$x = -a(\pi - u + \sin u),$$
$$y = 2a - a(1 - \cos u) = a(1 + \cos u).$$

On en déduit par la différentiation

$$dx = a(1 - \cos u)\,du,$$
$$dy = -a \sin u\,du.$$

Donc

$$\frac{y\,dx}{dy} = \frac{a^2(1 - \cos^2 u)}{-a \sin u} = -a\frac{\sin^2 u}{\sin u} = a \sin u,$$

$$x' = x - \frac{y\,dx}{dy} = -a(\pi - u),$$

$$y' = \frac{Ca(1 - \cos u)}{-a \sin u} = -C\frac{1 - \cos u}{\sin u} = -C \cot\frac{u}{2}.$$

Si l'on pose $\pi - u = 2\varphi$, en appelant φ un angle auxiliaire, il vient pour les équations des deux courbes conjuguées,

$$x = -2a(\varphi + \frac{1}{2}\sin 2\varphi), \qquad x' = -2a\varphi,$$

$$y = 2a\sin^2\frac{\varphi}{2}, \qquad y' = -C\cot\varphi.$$

7° Le problème qui consisterait à trouver les courbes pour lesquelles les transformées qui assurent la conservation des sous-tangentes pourraient coïncider avec elles-mêmes, paraît difficile à résoudre dans toute sa généralité. Si $y = f(x)$ est l'équation de la courbe cherchée, il faudrait déterminer la fonction f de telle sorte que le produit

$$f'(x) \times f\left(x - \frac{f(x)}{f'(x)}\right)$$

soit constant. Sans essayer d'en trouver la solution la plus générale, nous observerons qu'on en obtient une solution particulière en posant

$$f(x) = \sqrt{x^2 + a^2},$$

a désignant une constante. On a en effet

$$f'(x) = \frac{x}{\sqrt{x^2 + a^2}}$$

et par conséquent

$$f\left(x - \frac{f(x)}{f'(x)}\right) = f\left(x - \frac{x^2 + a^2}{x}\right) = f\left(-\frac{a^2}{x}\right)$$

$$= \sqrt{\frac{a^4}{x^2} + a^2} = \frac{a}{x}\sqrt{a^2 + x^2}.$$

Donc le produit

$$f'(x)\, f\left(n - \frac{f(x)}{f'(x)}\right) = \frac{x}{\sqrt{x^2 + a^2}} \times \frac{a}{x}\sqrt{x^2 + a^2} = a,$$

est une quantité constante.

On aura une solution plus générale en posant $f(x) = K\sqrt{x^2 + a^2}$, en appelant K un facteur constant quelconque.

L'hyperbole, rapportée à son axe transverse, est donc sa propre transformée à elle-même. Supposons $K = 1$; l'hyperbole sera équilatère. Soit $OA = OA' = a$ *(fig. 14)*. L'ordonnée PM correspondante à l'abscisse OP sera égale à

$$\sqrt{x^2 + a^2} = \sqrt{\overline{OP}^2 + \overline{OA}^2} = AP,$$

et par suite on peut définir la courbe cherchée comme le lieu des intersections de circonférences passant par les points fixes A et A′, avec le diamètre mené par le point P, centre de chacune de ces circonférences, perpendiculairement à l'axe OX, axe de symétrie des deux points A et A′.

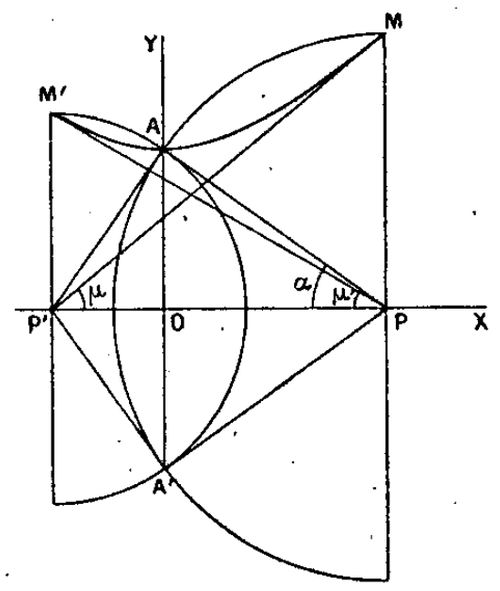


Fig. 14.

Les points P et P′ qui se correspondent ont pour abcisses l'un x, l'autre $-\frac{a^2}{x}$. Il suffit pour passer de l'un à l'autre de joindre PA, et d'élever P′A perpendiculaire. Les deux circonférences correspondantes MAA′, M′AA′ se coupent en A à angle droit.

Soit μ l'angle MP′P que fait la tangente MP′ avec l'axe OX, et μ' l'angle analogue M′PP′ pour la seconde tangente; soit encore α l'angle APP′ du triangle rectangle PAP′. On aura

$$\operatorname{tang}\mu = \frac{PM}{PP'} = \frac{PA}{PP'} = \cos\alpha,$$

$$\operatorname{tang}\mu' = \frac{P'M'}{PP'} = \frac{P'A}{PP'} = \sin\alpha,$$

d'où l'on déduit

$$\operatorname{tang}^2\mu + \operatorname{tang}^2\mu' = 1.$$

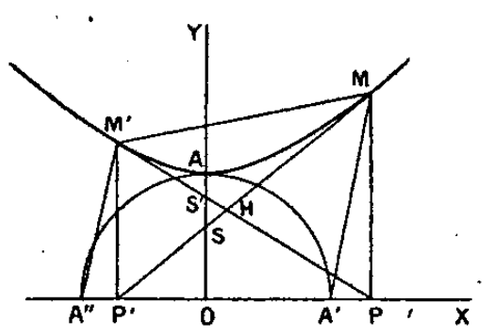


Fig. 15.

Du point O comme centre, avec OA = a pour rayon, décrivons une circonférence. Elle coupera l'arc OX en deux points A′ et A″. *Si l'on joint les deux points conjugués* M *et* M′ *respectivement aux points* A′ *et* A″, *les droites* MA′, M′A″, *seront parallèles (fig. 15).*

Les coefficients angulaires de ces deux droites sont en effet égaux à $\frac{y}{x-a}$ pour MA′, à $\frac{y'}{a-x'}$ pour MA″, en prenant x' en valeur absolue, égal à $\frac{a^2}{x}$. On a donc

$$\frac{y'}{a-x'} = \frac{y'}{a-\frac{a^2}{x}} = \frac{a}{x}\frac{\sqrt{a^2+x^2}}{a-\frac{a}{x}} = \frac{\sqrt{x^2+a^2}}{x-a} = \frac{y}{x-a}.$$

Soient S et S′ les points où les tangentes conjuguées coupent l'axe OY ; posons $q = OS$, $q' = OS'$. On aura

$$q = \frac{a^2}{y}, \quad q' = \frac{a^2}{y'}, \quad \text{et } q^2 + q'^2 = a^2 ;$$

de sorte que les trois longueurs OS, OS′ OA, peuvent être regardées comme les côtés d'un triangle rectangle.

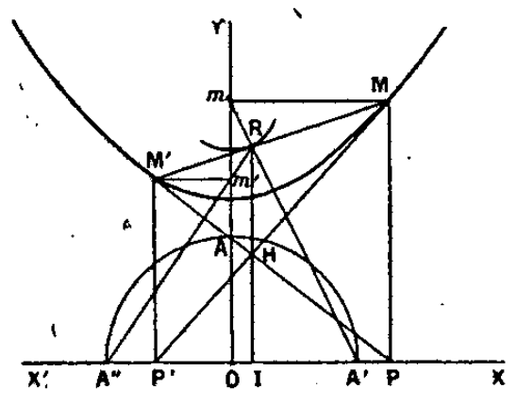


Fig. 16.

Nous allons chercher le lieu du point de rencontre H des deux tangentes conjuguées, et l'enveloppe des cordes MM′ qui joignent les deux points conjugués pris sur la courbe *(fig. 16)*. Pour cette recherche, nous ferons usage de l'équation générale $y^2 = K^2(x^2 + a^2)$ pour représenter la courbe donnée.

Soient m et n les coordonnées du point M ; on aura pour les coordonnées m' et n' du point conjugué M′

$$m' = -\frac{a^2}{m},$$

$$n' = \frac{aK}{m}\sqrt{m^2 + a^2} = \frac{an}{m}.$$

Les tangentes MP′, MP ont pour équations

$$(1) \qquad ny - K^2 mx = K^2 a^2,$$

$$(2) \qquad ny + K^2 ax = K^2 am,$$

et les paramètres m et n sont liés entre eux par l'équation

$$(3) \qquad n^2 - K^2 m^2 = K^2 a^2.$$

Entre ces trois équations éliminons m et n. L'équation finale sera l'équation du lieu.

Il vient, en résolvant les équations par rapport à m et n,

$$m = a\frac{a + x}{a - x},$$

résultat indépendant du facteur K, et

$$n = K^2 a \frac{(a^2 + x^2)}{y(a - x)}$$

Substituons ces valeurs dans l'équation (3); on a pour équation résultante

$$K^4 a^2 \frac{(a^2 + x^2)^2}{y^2 (a - x)^2} - K^2 a^2 \frac{(a + x)^2}{(a - x)^2} = K^2 a^2,$$

et multipliant par $\frac{y^2 (a - x)^2}{K^2 a^2}$, on obtient l'équation finale

$$y^2 = \frac{K^2}{2} (a^2 + x^2),$$

qui représente l'hyperbole déduite de l'hyperbole donnée en réduisant les ordonnées dans le rapport de $\sqrt{2}$ à l'unité.

Cherchons encore l'enveloppe de la corde MM', qui est la polaire du point H par rapport à l'hyperbole donnée. Cette corde a pour équation

$$y - n = \frac{n - n'}{m - m'} (x - m)$$

ou bien en remplaçant m' et n' par leurs valeurs en fonctions de m et de n,

$$y = n + K^2 \frac{m - a}{n} (x - m),$$

équation que l'on peut écrire

$$(4) \qquad ny - K^2 (m - a) x = K^2 a (a + m).$$

Différentions cette équation en faisant varier seulement m et n, liés entre eux par l'équation (3). Nous aurons

$$(5) \quad \begin{cases} y\, dn - K^2 x\, dm = K^2 a\, dm, \\ n\, dn - K^2 m\, dm = 0. \end{cases}$$

Entre les 4 équations (3), (4) et (5), éliminons m, n et le rapport $\frac{dm}{dn}$. Le résultat de l'élimination sera l'équation de l'enveloppe. On a d'abord en égalant les valeurs du rapport des différentielles déduites des deux équations (5)

$$(6) \qquad (a + x) n - y m = 0,$$

équation qui, jointe à l'équation (4), permet de déterminer m et n en fonction de x et de y. Il vient

$$n = \frac{K^2 a y (a - x)}{y^2 - K^2 (a + x)^2}, \qquad m = \frac{K^2 a (a^2 - x^2)}{y^2 - K^2 (a + x)^2},$$

et ces valeurs substituées dans l'équation (3) donnent pour l'équation cherchée, en divisant par $K^2 a^2$,

$$K^2 y^2 (a - x)^2 - K^4 (a^2 - x^2)^2 = [y^2 - K^2 (a + x)^2].$$

Le premier membre est le produit de $K^2 (a - x)^2$ par la différence $y^2 - K^2 (a + x)^2$ qui est facteur commun aux deux membres.

Si on l'égale à zéro, il vient $y = \pm K (a + x)$, équation des deux droites parallèles aux asymptotes de la courbe et menées par les sommets. Ces droites sont étrangères au problème. Il reste pour la solution véritable l'équation

$$y^2 - K^2 (a + x)^2 = K^2 (a - x)^2,$$

ou bien

$$y^2 = 2 K^2 (a^2 + x^2)$$

c'est-à-dire l'équation de l'hyperbole qui se déduit de l'hyperbole proposée en amplifiant les ordonnées dans le rapport de l'unité à $\sqrt{2}$.

L'équation (6) fait connaître une droite sur laquelle est situé le point de contact R de la corde avec son enveloppe. Si l'on fait $a = -x$, l'équation donne $y = o$. La droite passe donc au point A'', obtenu en portant a de O en A'' sur l'axe OX'. On a un second point de la droite en faisant $x = o$, ce qui donne $y = \frac{an}{m} = n'$ pour son ordonnée à l'origine. Si donc on projette l'ordonnée P'M en Om' sur l'axe Oy, on aura en m' un second point de la droite (6), et le point de contact R se trouvera sur la corde MM' à la rencontre de la droite A''m'. De même si l'on projette M en m sur Oy, le point R sera à la rencontre de la corde et de la droite mA'. Si enfin on détermine les coordonnées x et y du point R à la rencontre de ces droites, on trouvera

$$x = a \frac{m - a}{m + a}, \qquad y = \frac{2na}{m + a},$$

équations qui montrent que le point R est sur l'ordonnée du point H, et à une distance IK de l'axe OX double de la distance IH.

Le lieu de H est l'hyperbole

$$y^2 = \frac{K^2}{2} (a^2 + x^2),$$

L'enveloppe de MM' ou le lieu du point R est l'hyperbole

$$y^2 = 2 K^2 (a^2 + x^2)$$

Ces deux hyperboles sont polaires réciproques l'une de l'autre, relativement à l'hyperbole donnée

$$y^2 = K^2(a^2 + x^2),$$

On peut répéter sur chacune de ces nouvelles hyperboles l'opération qu'on a faite sur l'hyperbole primitive, et on aura une série de courbes, comprises dans la formule générale

$$y^2 = 2^p K^2(a^2 + x^2),$$

avec un exposant p entier, positif ou négatif; toutes ces courbes auront la propriété d'avoir les mêmes sous-tangentes aux points conjugués, correspondant l'un à une valeur de x de l'abscisse, l'autre à la valeur $-\frac{a^2}{x}$; l'hyperbole d'indice $p - 1$ et l'hyperbole d'indice $p + 1$, seront polaires réciproques par rapport à l'hyperbole intermédiaire d'indice p. Nous appelons ici *indice* l'exposant entier, positif ou négatif, de la puissance de 2 qui multiplie le coefficient K^2.

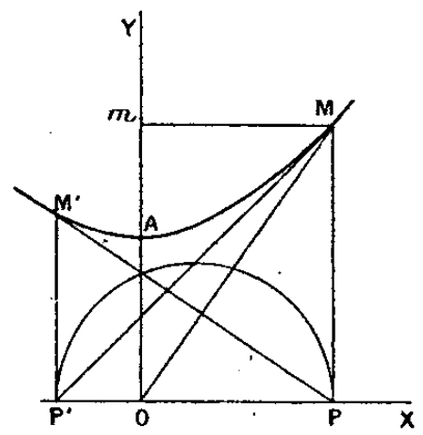


FIG. 17.

L'aire *(fig. 17)* comprise entre l'axe OY, l'ordonnée MP et la courbe

$$y = K\sqrt{a^2 + x^2},$$

est donnée par la quadrature

$$A = K\int_0^x \sqrt{a^2 + x^2}\, dx = \frac{1}{2} K a^2 l\left(\frac{x + \sqrt{x^2 + a^2}}{a}\right) + \frac{K}{2} x\sqrt{a^2 + x^2},$$

en désignant par l les logarithmes népériens. Soit y l'ordonnée finale MP; on aura

$$A = \frac{1}{2} K a^2 l\left(\frac{x + \frac{y}{K}}{a}\right) + \frac{1}{2} xy.$$

Le terme $\frac{1}{2}xy$ représente l'aire du triangle rectangle OMP. Le premier terme est donc l'aire du secteur OAMO, terminé à la courbe et au rayon OM. Si l'on projette M en m sur l'arc OY, l'aire AMm comprise dans la concavité de la courbe sera égale à

$$A' = \frac{1}{2} xy - \frac{1}{2} K a^2 l\left(\frac{x + \frac{y}{K}}{a}\right).$$

Faisons accomplir à la figure une révolution complète autour de l'arc OX, et cherchons le volume engendré par le segment OAMP. Il viendra

$$V = \int_0^x \pi y^2 \, dx = \pi K^2 \int_0^x (x^2 + a^2) \, dx = \pi K^2 \left(\frac{x^3}{3} + a^2 x \right).$$

La même formule appliquée au volume engendré par le segment P'M'AO, terminé à l'ordonnée conjuguée de PM, donne

$$V' = \int_{x'}^0 \pi y^2 \, dx = \pi K^2 \left(\frac{a^6}{3x^3} + \frac{a^4}{x} \right).$$

Le volume total engendré par la figure P'M'AMP tournant autour de OX *(fig. 18)* sera donc la somme

$$V + V' = \frac{\pi K^2}{3} \left(x^3 + 3a^2 x + \frac{3a^4}{x} + \frac{a^6}{x^3} \right) = \frac{1}{3} \pi K^2 \left(x + \frac{a^2}{x} \right)^3$$

$$= \frac{1}{3} \pi K^2 \times \overline{P'P}^3.$$

Si l'on fait tourner autour de OX la demi-circonférence décrite sur P'P comme diamètre, on engendre une sphère de diamètre P'P, et dont le volume est $\frac{1}{6} \pi \times \overline{P'P}^3$. Le rapport du volume P'M'MP à la sphère de diamètre PP' est donc égal à $2K^2$.

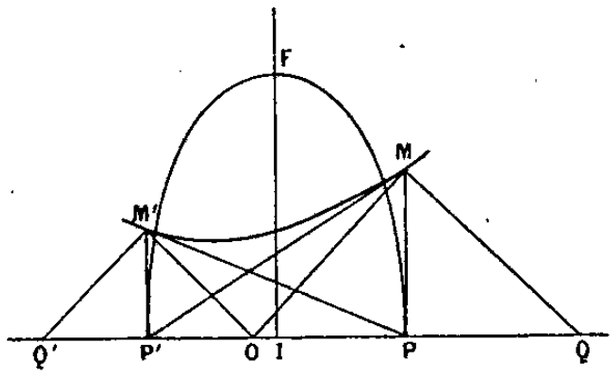


FIG. 18.

On peut exprimer le théorème sous une autre forme. Considérons une ellipse ayant pour axe le segment PP', et pour demi-axe perpendiculaire IF une quantité c qui reste à déterminer. Le volume du solide engendré par la révolution de la demi-ellipse autour de PP' sera

$$U = \frac{4}{3} \pi \times \frac{\overline{PP'}^2}{4} \times c = \frac{1}{3} \pi \overline{PP'}^2 \times c.$$

Pour qu'il y ait égalité entre les deux volumes U et V + V', il faut et il suffit qu'on ait

$$c = K^2 \times PP' = K^2 \left(x + \frac{a^2}{x} \right) = K^2 \frac{(a^2 + x^2)}{x}$$

Mais $K^2(a^2 + x^2) = \overline{MP}^2$. On a donc le diamètre équatorial de l'ellipsoïde de volume égal en posant

$$c = \frac{\overline{MP}^2}{OP} = PQ,$$

le segment PQ étant déterminé sur l'axe OX par l'intersection avec la perpendiculaire élevée en M sur le rayon vertical OM. On obtiendrait le même segment en opérant sur le point M′ conjugué de M.

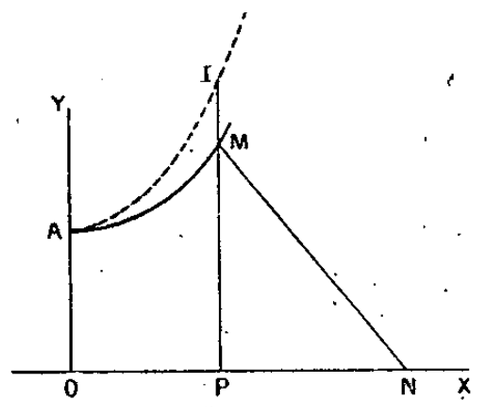


FIG. 19.

Les zones engendrées par les arcs de la courbe dans leur mouvement autour de OX s'obtiennent par les mêmes quadratures que les volumes *(fig. 19)*. La sous-normale de la courbe, PN, est égale à K^2x. La normale est par conséquent égale à $\sqrt{y^2 + K^4x^2}$ ou à $K\sqrt{a^2 + x^2(1 + K^2)}$. Pour obtenir l'aire de la zone engendrée par un arc AM, il suffit de construire la courbe AL dont les ordonnées PL sont égales aux normales MN, et de multiplier par 2π l'aire plane de cette courbe auxiliaire. On aura donc, en appelant S l'aire cherchée,

$$S = 2\pi\int_0^x K\sqrt{a^2 + x^2(1 + K^2)}\,dx = 2\pi K\sqrt{1 + K^2}\int_0^x \sqrt{a'^2 + x^2}\,dx,$$

en posant $a' = \dfrac{a}{\sqrt{1 + K^2}}$.

Nous indiquerons quelques propriétés mécaniques des hyperboles que nous venons de considérer.

Prenons l'équation $y = \sqrt{a^2 + x^2}$, pour laquelle K est égal à l'unité. Cette équation fait connaître les rayons de giration d'un solide par rapport à des axes parallèles à une direction donnée, menée par le centre de gravité du corps. La quantité a est le rayon de giration par rapport à l'axe central, projeté en O sur la figure *(fig. 20)*. Les points P et P′ sont les projections sur le même plan d'axe parallèles, menés de part et d'autre du point O à des distances

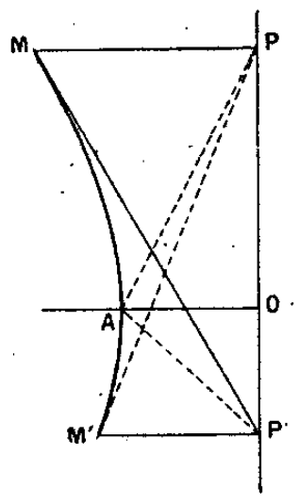


FIG. 20.

$$x = OP, \quad x' = \frac{a^2}{x} = OP'.$$

La longueur PP′ est la longueur du pendule simple synchrone du pendule composé formé par le corps, quand il oscille autour de l'axe

P ou autour de l'axe P′. Si la courbe MAM′ est tracée, la longueur $l = PP'$ du pendule synchrone qui correspond à un axe P s'obtient en menant en M la tangente MP′ à la courbe.

2° Imaginons un point matériel mobile sur la droite OX, et dont le mouvement soit défini, en chaque position, par la valeur v de sa vitesse donnée par l'équation

$$v^2 = K^2 (a^2 + x^2).$$

Lorsque la vitesse est représentée par l'ordonnée d'une courbe dont l'abscisse représente l'espace parcouru, la sous-normale $\frac{v\,dv}{dx} = \frac{d^2x}{dt^2}$ est la valeur de l'accélération j. Ici la sous-normale PN (*fig. 21*) est égale à K^2x. Le mouvement dont il s'agit est donc celui d'un point qui serait repoussé par le centre O proportionnellement à la distance; c'est le mouvement défini par l'équation différentielle

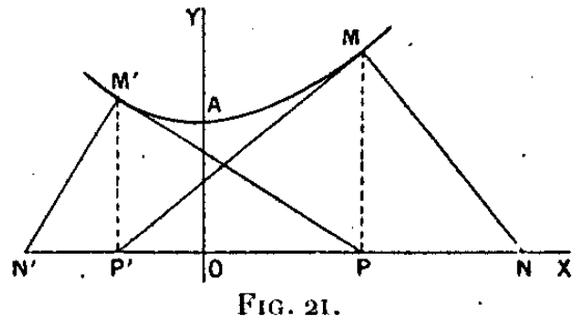


FIG. 21.

$$\frac{d^2x}{dh^2} = K^2 x,$$

ou par son intégrale générale

$$x = Ae^{Kt} + Be^{-Kt},$$

avec deux constantes arbitraires. Si l'on veut que pour $x = 0$ on ait $t = 0$, avec une valeur Ka de la vitesse, les constantes sont déterminées et l'on a

$$x = \frac{a}{2}\left(e^{Kt} - e^{-Kt}\right).$$

La sous-tangente $PP' = x + \frac{a^2}{x} = \frac{v^2}{j}$ est le double de la hauteur qui serait due à la vitesse v, si j était la valeur de l'accélération due à la pesanteur. La propriété de la courbe d'avoir les mêmes tangentes, au signe près, en deux points conjugués, montre que la hauteur $\frac{v^2}{j}$ est la même en deux positions conjuguées P et P′ du mobile.

Surfaces réglées qui correspondent à une courbe plane. — Soit AB une courbe donnée, plane, rapportée à un axe OX mené dans son plan.

Nous pouvons regarder la droite OX comme la ligne de terre d'une épure de géométrie descriptive, et le plan ZOX contenant la courbe AB comme le plan vertical de projection *(fig. 22)*.

Déterminons la courbe conjuguée A′B′, en ayant soin, pour éviter la confusion des lignes, de porter au-dessous de OX l'ordonnée P′M′ qui correspond à l'ordonnée PM. La courbe A′B′ sera regardée comme située dans le plan horizontal XOY de l'épure, et les tangentes conjuguées MP′, M′P seront, dans cette hypothèse, les projections d'une droite qui joindra dans l'espace le point M au point M′. L'ensemble des droites (MM′) constituera une surface réglée, dont les traces. sur les deux plans de projection seront les courbes AB et A′B′, et comme ces courbes sont tangentes aux projections des génératrices, elles représentent les *contours apparents* de la surface sur les plans XOZ, XOY.

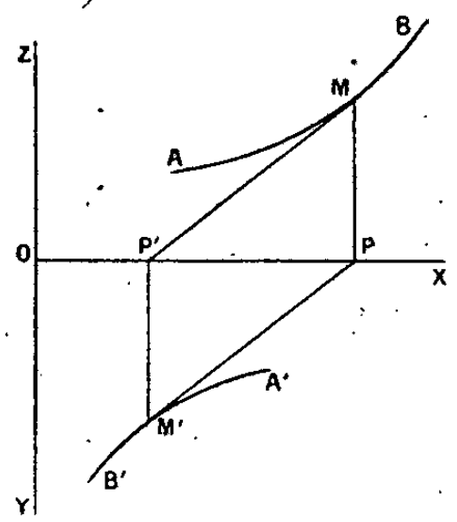


FIG. 22.

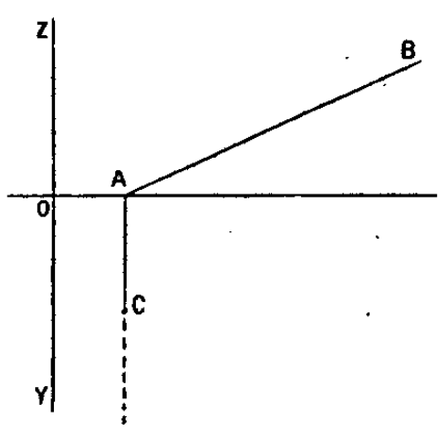


FIG. 23.

Toutes les figures que nous avons obtenues précédemment sont susceptibles de cette nouvelle interprétation.

Une droite AB, située dans le plan vertical, a pour conjugué un point unique C, dans le plan horizontal, sur la perpendiculaire à la ligne de terre menée au point A où la droite donnée la rencontre.

La surface correspondante est le plan CAB, normal au plan vertical *(fig. 23)*.

Les deux paraboles adossées, considérées comme appartenant respectivement à deux plans rectangulaires, sont les contours apparents d'un paraboloïde hyperbolique.

L'hyperbole qui se transforme en elle-même conduit, dans les mêmes hypothèses, à l'hyperboloïde de révolution. Prenons par exemple l'équation $z^2 = a^2 + x^2$, qui définit la courbe AB dans le plan vertical *(fig. 24)*, et à laquelle correspond dans le plan horizontal la courbe $y^2 = a^2 + x^2$, en disposant convenablement de la constante C.

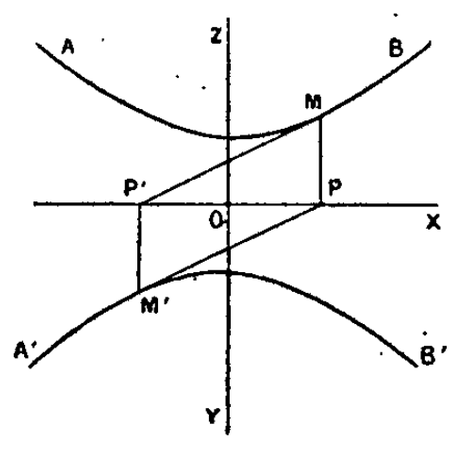


FIG. 24.

Soit m l'abscisse OP du point M ; on aura pour l'ordonnée MP la valeur $z = \sqrt{a^2 + m^2}$.

L'abscisse x' du point M' sera $-\frac{a^2}{m}$, et l'ordonnée correspondante

$$y' = \frac{a}{m}\sqrt{a^2 + m^2}.$$

Soient $x = pz + q$, $y = p'z + q'$ les équations de la droite. On exprimera qu'elle passe par les points M et M', ce qui donnera

$$m = p\sqrt{a^2 + m^2} + q,$$

$$0 = p'\sqrt{a^2 + m^2} + q',$$

$$-\frac{a^2}{m} = q,$$

$$\frac{a}{m}\sqrt{a^2 + m^2} = q';$$

Donc

$$p = \frac{\sqrt{a^2 + m^2}}{m}, \qquad p' = -\frac{a}{m},$$

de sorte que les équations de la génératrice sont

$$x = \frac{\sqrt{a^2 + m^2}}{m}z - \frac{a^2}{m},$$

$$y = -\frac{a}{m}z + \frac{a}{m}\sqrt{a^2 + m^2}.$$

Entre ces équations éliminons m. L'équation résultante sera l'équation de la surface. Or il suffit d'élever au carré les deux équations et de les retrancher ; m disparaît et il vient comme équation finale

$$x^2 - y^2 = z^2 - a^2$$

ou bien

$$y^2 + z^2 = x^2 + a^2,$$

équation de la surface de révolution engendrée par la rotation de AB autour de l'axe OX.

CHAPITRE II

CONSERVATION DES SOUS-NORMALES

Nous chercherons, en supposant ici les axes rectangulaires, les courbes pour lesquelles il y a réciprocité des sous-normales, de même que nous avons cherché dans le chapitre précédent les courbes pour lesquelles les sous-tangentes sont réciproques.

Etant donnée une courbe AB *(fig. 25)*, nous en déduisons une autre courbe A′B′, telle que les deux courbes aient aux points conjugués M et M′ la même sous-normale PP′.

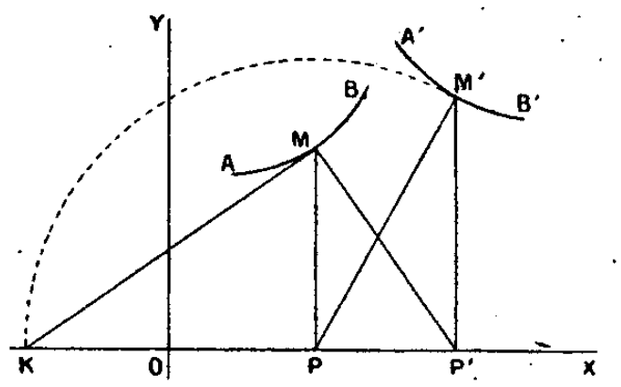


FIG. 25.

Soient x et y les coordonnées du point M,
x' et y' les coordonnées du point M′ correspondant.

Si $y = \varphi(x)$, est l'équation de la courbe donnée AB, la sous-normale sera $\varphi(x)\,\varphi'(x)$, nouvelle fonction de x que nous désignerons par $f(x)$. La condition d'égalité des sous-normales, qui sont égales en valeur absolue, mais dirigées en sens contraires, sera

$$\frac{y\,dy}{dx} = -\frac{y'\,dy'}{dx'}.$$

On aura de plus, entre x et x', la relation

$$x' = x + \frac{y\,dy}{dx} = x + f(x), \tag{1}$$

On en déduit en différentiant

$$dx' = dx\,[1 + f'(x)],$$

et par conséquent on devra déterminer y' par l'intégration de l'équation différentielle

$$y'\,dy' = -y\,dy \times \frac{dx'}{dx} = -f(x)\,[1 + f'(x)]\,dx$$
$$= -y\,dy - f(x)\,f'(x)\,dx,$$

ce qui donne, en appelant K^2 la constante introduite par l'intégration,

$$y'^2 = K^2 - y^2 - [f(x)]^2; \tag{2}$$

Cette équation, jointe à l'équation (1), définit x', y' en fonction de x, y. Elle revient à la relation géométrique

$$\overline{M'P'}^2 + \overline{PP'}^2 + \overline{MP}^2 = K^2.$$

De là résulte la construction par points de la courbe cherchée. Du point M′ comme centre, avec MK = K pour rayon, décrivons un arc de cercle qui coupera OX au point K. De P comme centre avec PK pour rayon, décrivons un arc de cercle ; il passera au point M′. On a, en effet,

$$\overline{P'M'}^2 = K^2 - \overline{MP}^2 - \overline{PP'}^2 = \overline{KP}^2 - \overline{PP'}^2$$

et par suite KP = PM′.

On voit que le lieu du point M′ est l'enveloppe des cercles de rayon PK, décrits du pied P de l'ordonnée MP comme centre.

La construction, une fois la constante K choisie, n'est pas indéfiniment possible. Le tracé de la courbe A′B′ s'arrête lorsque la différence $K^2 - y^2 - \left(\frac{y\,dy}{dx}\right)^2$ devient négative; car alors la rencontre de l'ordonnée P′M′ avec l'arc de cercle décrit de P comme centre n'est plus réelle. A fortiori la construction n'est plus possible si K^2 est plus grand que $\overline{MP}^2$.

Faisons quelques applications particulières de la transformation.

1° *Transformée de la droite*, $y = ax + b$.

On aura $$f(x) = (ax + b)a = a^2x + ab.$$

$$x' = x(1 + a^2) + ab,$$

$$y'^2 = K^2 - (ax + b)^2 - a^2(ax + b)^2 = K^2 - (1 + a^2)(ax + b)^2.$$

On trouve pour l'équation finale, en éliminant x,

$$y'^2 + \frac{(ax' + b)^2}{1 + a^2} = K^2.$$

Elle représente une ellipse qui a son centre au point où la droite coupe l'axe des x. La fonction $\frac{ax' + b}{\sqrt{1 + a^2}}$ est la distance d'un point de l'axe OX à la droite donnée $y' = ax' + b$. L'équation exprime que la somme des carrés de l'ordonnée de la courbe et de la distance de son pied à la droite a une valeur constante, K^2.

2° *Transformée d'une circonférence,* $y = \sqrt{a^2 - x^2}$.

On aura
$$f(x) = \frac{y\,dy}{dx} = -x,$$
$$x' = x - x = 0,$$
$$y'^2 = K^2 - (a^2 - x^2) - x^2 = K^2 - a^2,$$

ce qui définit un point unique, placé où l'on voudra sur l'axe OY.

3° *Transformée d'une parabole,* $y^2 = 2px$.

Dans la parabole, la sous-normale est constante et égale à p.

La transformée aura donc aussi une sous-normale constante, égale à $-p$. C'est par conséquent une parabole de même paramètre que la première, mais orientée en sens opposé, placée d'ailleurs comme on voudra pourvu que les deux axes coïncident. Le calcul vérifie ces conclusions.

Que l'on transforme la parabole sous la condition de conserver les sous-normales ou les sous-tangentes, on retrouvera toujours une parabole pour courbe transformée.

4° *Transformée d'une cycloïde :* $x = u - \sin u$,
$$y = 1 - \cos u.$$

On déduit des équations de la courbe
$$dx = du\,(1 - \cos u),$$
$$dy = \sin u\,du,$$
$$\frac{y\,dy}{dx} = \sin u.$$

Donc
$$x' = x + \sin u = u,$$
$$y'^2 = K^2 - (1 - \cos u)^2 - \sin^2 u = K^2 - 2 + 2\cos u$$
$$= K^2 - 4 + 2(1 + \cos u).$$

Faisons $K^2 = 4$; l'équation se réduira à
$$y'^2 = 2(1 + \cos u) = 4\cos^2\frac{u}{2} = 4\cos^2\frac{x}{2},$$

ou bien à $y' = 2\cos\frac{x'}{2}$, équation d'une sinusoïde.

5° *Transformée d'une hyperbole*, $y^2 = a^2 + p^2 x^2$.

On aura $$\frac{y\,dy}{dx} = p^2 x,$$

$$x' = x\,(p^2 + 1),$$

$$y'^2 = K^2 - (p^2 x^2 + a^2) - p^4 x^2 = K^2 - a^2 - p^2\,(p^2 + 1)\,x^2.$$

Remplaçons dans cette dernière équation x par $\frac{x'}{p^2 + 1}$; il viendra pour l'équation finale

$$y'^2 + \frac{p^2}{p^2 + 1}\,x'^2 = K^2 - a^2,$$

équation d'une ellipse, qui différera de moins en moins d'une circonférence à mesure que p recevra de plus grandes valeurs. Pour $p = 1$, l'hyperbole donnée est la courbe qui, au point de vue des sous-tangentes, se transforme en elle-même. L'ellipse qui lui correspond lorsqu'on conserve les sous-normales, est représentée par l'équation

$$y'^2 + \frac{x'^2}{2} = K^2 - a^2.$$

Lorsqu'on fait $K = a$, l'ellipse se réduit à un point unique, situé à l'origine.

6° *Transformée de l'ellipse*, $y^2 = a^2 - p^2 x^2$.

Les calculs sont les mêmes, sauf à changer le signe de p^2. La transformée a donc pour équation

$$y'^2 + \frac{p^2}{p^2 - 1}\,x'^2 = K^2 - a^2.$$

Si $p < 1$, cette équation représente une hyperbole, et cette hyperbole se réduit à deux droites réelles quand on fait $K = a$;

Si $p = 1$, on en déduit $x' = 0$, $y' = \sqrt{K^2 - a^2}$; l'ellipse donnée est une circonférence, et la transformée se réduit à un point unique situé sur l'axe OY;

Si enfin $p > 1$, l'équation représente une ellipse; l'ellipse donnée a son grand axe dirigé suivant l'axe OY. La courbe transformée se réduit à son centre lorsque $K = a$. Elle n'est pas, en général, semblable à la courbe donnée, et à mesure que l'on fait croître p elle se rapproche d'une circonférence. Pour qu'elle soit semblable à la courbe donnée, il faut et il suffit qu'on ait soit $p = 0$, soit $p = \sqrt{2}$; car alors

$$\frac{p^2}{p^2 - 1} = p^2.$$

La première valeur correspond à deux droites parallèles à l'axe OX, solution bien évidente. La seconde fait connaître comme courbe conjuguée deux ellipses semblables

$$y^2 + 2x^2 = a^2,$$
$$y^2 + 2x^2 = K^2 - a^2,$$

et ces deux ellipses se confondent l'une avec l'autre si l'on fait $K^2 = 2a^2$. L'ellipse $y^2 + 2x^2 = a^2$ a donc cette propriété de se transformer en elle-même sous la condition qu'aux points correspondants les sous-normales soient égales au signe près (*fig. 26*).

La courbe a son grand axe $BB' = 2a$ dirigé suivant l'axe OY, son petit axe $AA' = a\sqrt{2}$ dirigé suivant l'axe OX. Au point M la sous-normale PP′ est double de l'abscisse OP. Le sommet du petit axe A′ est le centre de courbure de la courbe au sommet A opposé. Aux sommets B et B′ du grand axe, le rayon de courbure est la moitié du rayon $OB = a$.

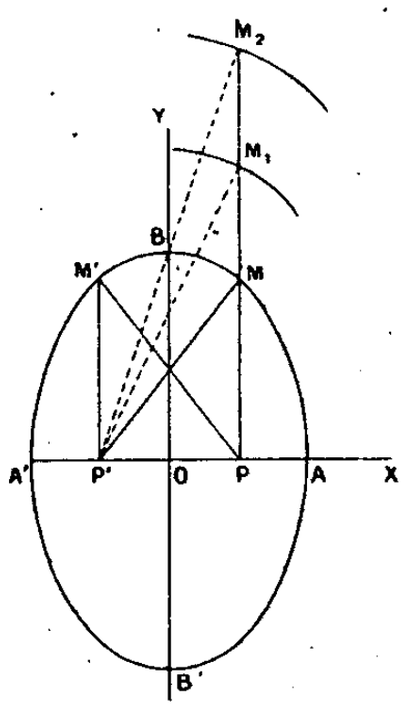


FIG. 26.

Si l'on considère toutes les ellipses semblables à l'ellipse AB A′B′, et placées semblablement par rapport à leur centre commun O, les normales en tous les points M, M_1, M_2... de même abscisse, que l'on peut prendre sur les diverses courbes, convergent toutes en un même point P′ d'abscisse $x = -$ OP.

Surface réglée qui correspond à une courbe donnée. — Les deux courbes AB, A′B′ peuvent être regardées comme appartenant, l'une au plan vertical ZOX, l'autre au plan horizontal XOY. L'axe OX devient, dans cette hypothèse, la ligne de terre. La figure forme une épure dans laquelle les deux droites P′M, PM′, normales aux deux courbes, sont les projections de la génératrice rectiligne qui joint dans l'espace le point M au point M′.

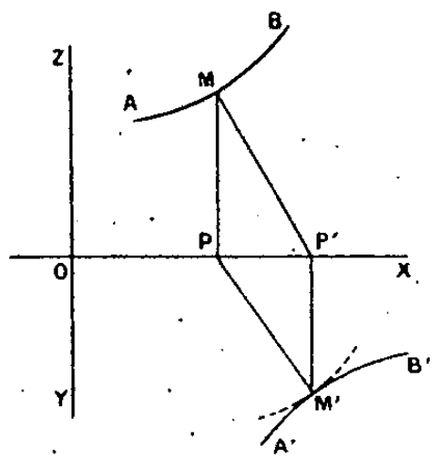


FIG. 27.

Cette droite est normale à la fois aux deux courbes : si, en effet, du point M (*fig. 27*) nous abaissons MP perpendiculaire sur le plan XOY, et que du pied P de cette perpendiculaire nous abaissions PM, perpendiculaire à A′B′, la droite qui joint dans l'espace le point M au point M′ sera

perpendiculaire à A′B′, en vertu du théorème des trois perpendiculaires. Il en est de même pour la courbe AB. On peut ajouter que la distance des points M et M′ est constante. On a, en effet,

$$(\overline{MN'}^2) = \overline{MP}^2 + \overline{PP'}^2 + \overline{P'M'}^2 = K^2,$$

quantité constante d'après la construction de la courbe A′B′. L'ensemble des droites (MM′) constitue dans l'espace une surface réglée dont les traces sur les plans de projection sont les courbes AB, A′B′.

Pour trouver la courbe A′B′, connaissant la courbe AB, on peut de chaque point M de la première comme pôle, avec un rayon conique égal à K, décrire dans le plan horizontal un arc de cercle; l'enveloppe de ces arcs de cercle sera la courbe cherchée. Le rayon de l'arc est égal à PM′, c'est-à-dire $\sqrt{K^2 - \overline{MP}^2}$. La surface réglée est engendrée par une droite de longueur constante, dont les deux extrémités glissent sur les courbes AB, A′B′; tous les points de la droite mobile reçoivent à chaque instant des déplacements normaux à la droite elle-même.

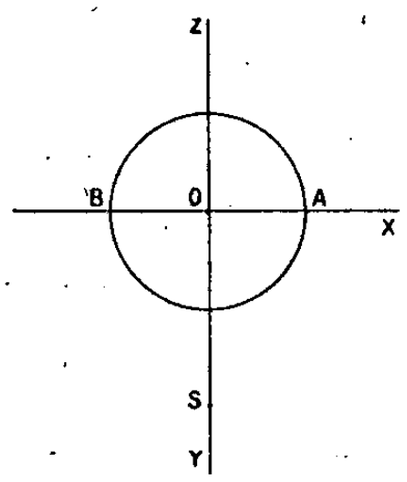


Fig. 28.

Exemples : 1° Prenons pour courbe AB, dans le plan vertical, une circonférence ayant son centre O sur la ligne de terre OX *(fig. 28)*. La courbe conjuguée se réduira à un point S, pris arbitrairement sur la droite OY, perpendiculaire à OX menée dans le plan horizontal. La surface réglée est le cône de révolution qui a pour sommet le point S et pour base le cercle AB.

2° Pour courbe AB prenons l'ellipse ABA′,

$$a^2z^2 + b^2x^2 = a^2b^2,$$

rapportée à son centre O et à ses axes OX, OZ. Soit F le foyer de la courbe. Par le point O menons la droite OG parallèle à BF. Si l'on appelle $c = \sqrt{a^2 - b^2}$ la demi-distance focale, OF, l'équation de la droite OG, considérée comme appartenant au plan de l'ellipse sera $z = -\frac{b}{c}x$. Cette droite OG sera l'une des transformées de l'ellipse donnée. En effet, soit M (x, y) l'un des points de la courbe. Abaissons l'ordonnée MP, et du point P abaissons PM′, perpendiculaire sur OG. On aura

$$\overline{MP}^2 = z^2 = \frac{b^2}{a^2}(a^2 - x^2) = b^2 - \frac{b^2x^2}{a^2}$$

et $$\overline{PM'}^2 = \frac{\frac{b^2}{c^2}x^2}{1+\frac{b^2}{c^2}} = \frac{b^2x^2}{b^2+c^2} = \frac{b^2x^2}{a^2}$$

Donc $$\overline{MP}^2 + \overline{PM'}^2 = b^2 = \text{constante.}$$

Revenons à l'interprétation de la figure au point de vue de la géométrie descriptive, en considérant ce qui est au-dessous de OX comme appartenant au plan horizontal. La distance (MM') *(fig. 29)* deviendra constante et égale à b, et a sera la longueur de la génératrice rectiligne dont les extrémités glissent à la fois sur l'ellipse et sur la droite OG, et qui engendre la surface. La droite OG est l'axe du cylindre droit à base circulaire qu'il faudrait faire passer par la courbe AB pour que sa projection sur la section droite donnât le cercle de rayon b; et les génératrices MM' de la surface réglée sont les rayons de ce cylindre, abaissés perpendiculairement à l'axe des divers points de la courbe.

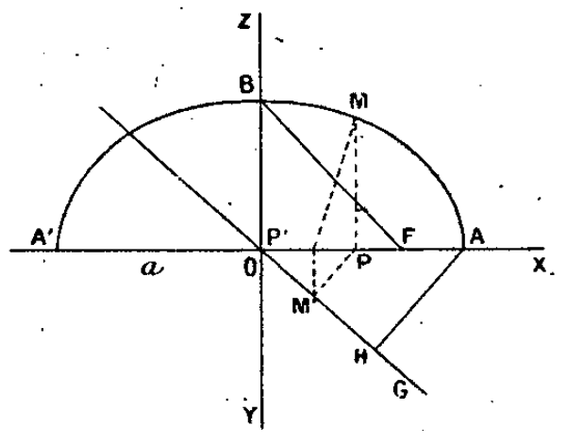


Fig. 29.

La figure fait connaître un moyen de mener les normales MP' à l'ellipse. La droite OG *(fig. 30)* est définie par sa distance AH = b au sommet A. Cette droite étant tracée, il suffit d'y déterminer le pied M' de la perpendiculaire abaissée du point P, pied de l'ordonnée M. Si l'on projette M' en P' sur l'axe OX, P' sera le pied de la normale cherchée.

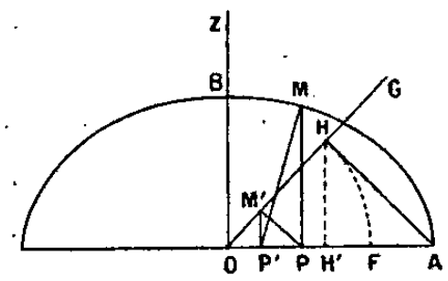


Fig. 30.

La projection du point H sur le grand axe donne en H' le centre de courbure de l'ellipse au sommet A. Le foyer F s'obtiendra en rabattant OH sur OA, autour du centre O.

3° Appliquons les mêmes constructions à l'ellipse

$$y^2 + 2x^2 = a^2,$$

qui a la propriété de se transformer en elle-même. Nous aurons *(fig. 31)* dans le plan vertical ZOX l'ellipse ABA', et dans le plan horizontal XOY la même ellipse, placée en ACA'. Ces deux ellipses appartiennent à la fois à la surface de révolution, autour de l'axe OX, dont l'équation, rapportée aux axes rectangulaires OX, OY, OZ, sera

$$y^2 + z^2 + 2x^2 = a^2.$$

Au point M de la courbe ABA′, défini par ses coordonnées

$$x = m, \quad y = 0, \quad z = n,$$

correspond sur la courbe ACA′ un point M′ dont les coordonnées sont

$$x = -m, \quad y = n, \quad z = 0.$$

La droite MM′ de l'espace a pour longueur $\sqrt{4m^2 + m^2} = a\sqrt{2} = AA'$. On peut remarquer que le milieu I de la droite MM′

$$\xi = 0 \quad N = \frac{n}{2}, \quad \zeta = \frac{n}{2}$$

est situé dans le plan ZOY, sur la droite OI bissectrice de l'angle ZOY, et ces deux droites se coupent à angle droit. Il en résulte que la droite mobile MM′ est constamment parallèle à un plan normal à la bissectrice OI de l'angle des axes. La surface réglée est donc une conoïde à plan directeur.

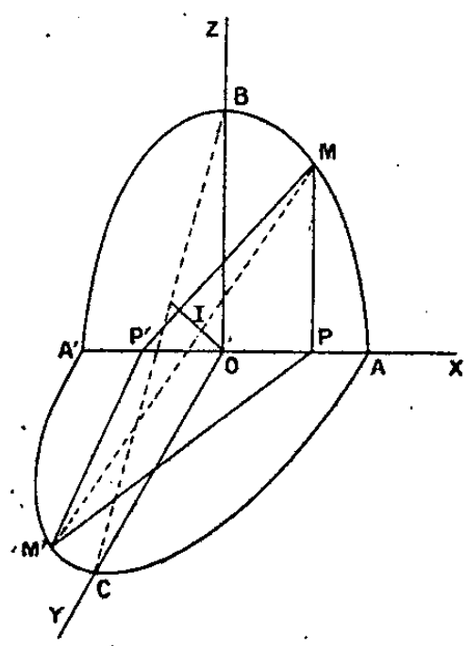


FIG. 31.

On observera que cette droite OI est l'axe de l'un des cylindres droits à base circulaire qui coupent la surface de révolution suivant les deux ellipses rectangulaires ABA′, ACA′, et que les droites MM sont des diamètres de ce cylindre perpendiculaire à l'axe au point I, et divisés en ce point en deux parties égales.

Les deux ellipses ABA′, ACA′, peuvent être considérées comme les intersections de deux cylindres droits à base circulaire de même rayon, dont les axes se rencontreraient à angle droit au point O.

Avant de quitter l'ellipsoïde de révolution qui a l'ellipse ABA′ pour méridienne, nous examinerons quelques propriétés des volumes que l'on obtient en le coupant par des plans perpendiculaires à l'axe de révolution OX.

Volume engendré par un segment de l'ellipse ABA′ *en tournant autour de l'axe* AA′. — Cherchons le volume engendré par une révolution entière autour de l'axe AA′ du segment PMBM′P′, dans lequel PP′ est la sous-normale commune aux deux points conjugués M et M′ *(fig. 32)*.

On aura, en appelant x l'abscisse, et y l'ordonnée correspondante,

$$V = \int_{P'}^{P} \pi y^2 dx = 2\pi \int_0^x y^2 dx = 2\pi \left(a^2 x - \frac{2x^3}{3} \right),$$

expression où x représente l'abscisse OP, moitié de la sous-normale.

Comparons ce volume à celui du segment compris entre les mêmes plans PM, P′M′, dans la sphère décrite du point O comme centre avec OB $= a$ pour rayon. Il viendra, en appelant U ce volume,

$$U = \int_{-x}^{+x} \pi (a^2 - x^2)\, dx = 2\pi a^2 x - \frac{2\pi x^3}{3},$$

et par conséquent

$$U - V = \frac{2}{3}\pi x^3.$$

La différence des deux volumes, c'est-à-dire le volume engendré par les sections $m'BM'$, mBM de la figure, est égale à la moitié du volume de la sphère qui aurait OP pour rayon.

Le volume total de l'ellipsoïde de révolution est le double du volume de la sphère engendrée par la révolution autour de AA′ du demi-cercle A′HA, osculateur à l'ellipse aux points A et A′; et le volume du segment compris entre les plans Aa, A′a' dans la sphère qui a le point O pour centre, et OB $= a$ pour rayon surpasse le volume de l'ellipsoïde de la moitié de cette même sphère A′HA. Les trois volumes

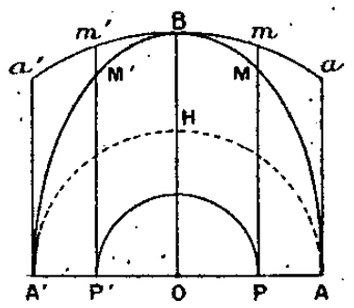


FIG. 32.

Sphère A′HA, *Ellipsoïde* A′BA, *Segment sphérique* Aa'BaA,

sont donc entre eux comme les nombres

2, 4, 5.

CHAPITRE III

QUESTIONS DIVERSES

Courbes associées à la tractrice.

1° Conservation des sous-tangentes.

La tractrice AB est la courbe dont les tangentes MP′, comprises entre le point de contact et l'axe OX, ont une valeur constante $a =$ OA *(fig. 33)*. C'est une développante de la chaînette qui aurait a pour paramètre.

Il convient d'attribuer à la constante C la valeur particulière a, ce qui reviendra à décrire du point P′ comme centre, avec $P'M = a$ pour rayon un arc de cercle qui ramènera le point M en C sur l'axe des abscisses. Si du point C on abaisse une perpendiculaire CM′ sur la tangente MP′, le point M′ où cette perpendiculaire rencontre l'ordonnée du point P′ sera un point du lieu.

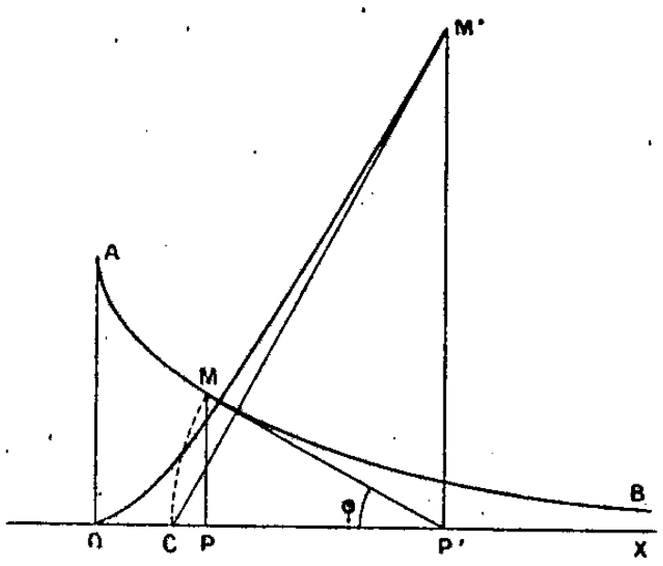


FIG. 33.

Soit $OP = x$, $PM = y$, $OP' = x'$, $P'M' = y'$; appelons φ l'angle MP′O Il viendra

$$x = x' - a\cos\varphi,$$
$$y = a\sin\varphi,$$
$$y' = a\cos\varphi,$$

avec la relation

$$\frac{dy}{dx} = -\operatorname{tang}\varphi.$$

Mais on déduit des deux premières équations

$$dx = dx' + a\sin\varphi\, d\varphi,$$
$$dy = a\cos\varphi\, d\varphi,$$

et ces valeurs, portées dans la dernière, donnent une équation différentielle entre x' et l'angle φ :

$$\frac{dy}{dx} = \frac{a\cos\varphi\, d\varphi}{dx' + a\sin\varphi\, d\varphi} = -\operatorname{tang}\varphi\,;$$

ce qui entraîne la relation

$$dx' = -a\sin\varphi\, d\varphi - \frac{a\cos\varphi\, d\varphi}{\operatorname{tang}\varphi} = -\frac{a\, d\varphi}{\sin\varphi} = -a\, dl\left(\operatorname{tang}\frac{\varphi}{2}\right),$$

l désignant les logarithmes népériens. Il vient en intégrant

$$x' = \text{Const.} - a\, l\operatorname{tang}\frac{\varphi}{2}.$$

Au point A l'angle φ devient égal à $\frac{\pi}{2}$, et le logarithme de tang $\frac{\varphi}{2}$ est nul. En même temps le point P′ coïncide avec le point O, et $x' = 0$.

La constante arbitraire est donc égale aussi à zéro, et l'on a pour les équations de la courbe cherchée

$$x' = -\,a\,l\,\text{tang}\,\frac{\varphi}{2},$$

$$y' = a\,\cot\varphi.$$

Entre ces deux équations on peut éliminer l'angle φ. Il vient entre x' et y' l'équation

$$y' = \frac{a}{2}\left(e^{\frac{x'}{a}} - e^{-\frac{x'}{a}}\right).$$

Si, au lieu de rabattre la tangente P′M du côté des abscisses négatives, on l'avait rabattue du côté opposé, on aurait obtenu l'équation

$$y' = -\,a\,\cot\varphi,$$

et l'équation finale deviendrait

$$y' = -\,\frac{a}{2}\left(e^{\frac{x'}{a}} - e^{-\frac{x'}{a}}\right);$$

cela revient à faire tourner la courbe autour de l'axe OX pour la reproduire au-dessous de l'axe. La courbe passe au point O, et elle y a pour tangente la bissectrice de l'angle des axes.

On peut rapprocher l'équation obtenue de celle de la chaînette dont le paramètre est a, savoir

$$y_1 = \frac{a}{2}\left(e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}}\right).$$

On voit qu'on a, entre les deux ordonnées correspondantes à une même abscisse, la relation

$$y' = a\,\frac{dy_1}{dx}.$$

Soit m *(fig. 34)* le point de la chaînette qui correspond au point M′ de la courbe associée à la tractrice. Le point M de la tractrice s'obtiendra en abaissant du point P′, pied de l'ordonnée, la perpendiculaire P′M sur la tangente mM à la chaînette; et la distance P′M sera égale à a. L'angle MP′m est d'ailleurs égal à l'angle mSX de la tangente avec l'axe OX.

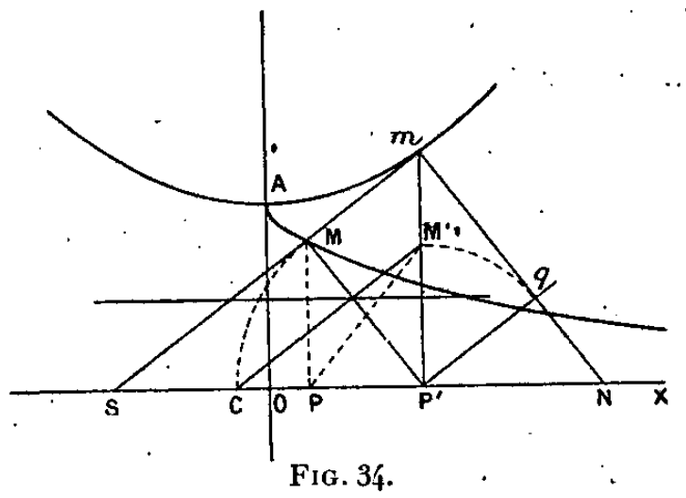


FIG. 34.

Donc l'angle MP′m est l'angle dont la tangente trigonométrique est égale à $\frac{dy}{dx}$, et mM $= a\,\frac{dy_1}{dx} = y'$. On obtiendra donc simplement

l'ordonnée $P'M'$ de la courbe cherchée en prenant $P'M' = mM$, ce qui revient à décrire du point p' comme centre, avec $p'q$ pour rayon, un arc de cercle qui ramène en M' le point q, projection de p' sur la normale mN à la chaînette. Il est aisé de vérifier, en effet, que si l'on abaisse de ce point M' une perpendiculaire sur MP', elle coupe l'axe OX en un point C qui détermine sur cet axe un segment $CP' = MP' = a$.

L'ordonnée P'M' est égale à l'arc AM de la chaînette. La tangente à la courbe lieu des points M' est la droite PM'. Pour les grandes valeurs de x', la courbe se rapproche indéfiniment de la chaînette, ainsi que de l'exponentielle $y_2 = \frac{a}{2} e^{\frac{x}{a}}$.

2° Conservation des sous-normales.

Cherchons de même la courbe qui se déduit de la tractrice lorsqu'on veut assurer l'égalité, au signe près, des sous-normales des deux courbes.

Exprimons encore les variables en fonction de l'angle φ.

Soit P'' le pied de la normale à la tractrice au point M (*fig. 35*). Nous aurons

$$P'P'' = \frac{a}{\cos\varphi}.$$

$$P''P = a\left(\frac{1}{\cos\varphi} - \cos\varphi\right).$$

Soient x'' et y'' les coordonnées d'un point M'' de la courbe cherchée. Il viendra, en appelant x' l'abscisse du point P', pied de la tangente à la tractrice,

$$x'' = x' - \frac{a}{\cos\varphi}.$$

On a de plus $MP = y = a\sin\varphi$, ordonnée de la tractrice ; et pour déterminer y'' nous aurons l'équation

$$y''^2 = K^2 - y^2 - \overline{PP''}^2 = K^2 - a^2\sin^2\varphi - a^2\left(\frac{1}{\cos\varphi} - \cos\varphi\right)^2$$

$$= K^2 + a^2 - \frac{a^2}{\cos^2\varphi}.$$

La quantité K est arbitraire. Faisons $K = a$ pour simplifier les calculs. On aura $K = MP'$, et la recherche du point M'' revient à couper l'ordonnée $P''M''$ par un arc de cercle décrit du point P comme centre avec PP' pour rayon. Il vient pour les équations de la courbe, en conservant l'angle φ comme variable indépendante,

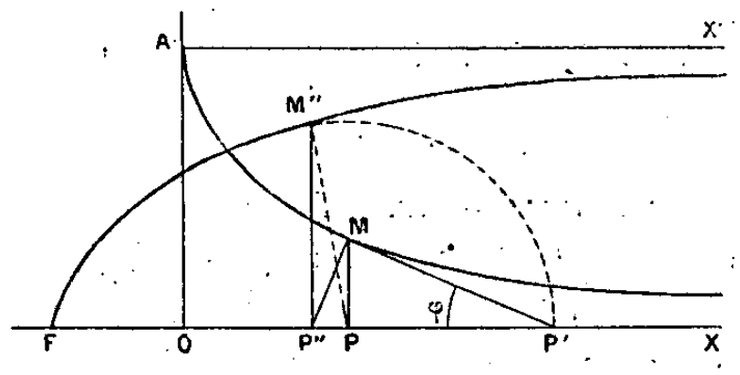


FIG. 35.

$$x'' = x' - \frac{a}{\cos\varphi} = -\,a\,l\,\operatorname{tang}\frac{\varphi}{2} - \frac{a}{\cos\varphi}.$$

$$y''^2 = 2a^2 - \frac{a^2}{\cos^2\varphi} = a^2\left(\frac{2\cos^2\varphi - 1}{\cos^2\varphi}\right) = \frac{a^2\cos 2\varphi}{\cos^2\varphi},$$

$$y'' = a\sqrt{1 - \operatorname{tang}^2\varphi}.$$

Pour que l'ordonnée y'' soit réelle, il faut et il suffit que $\cos 2\varphi$ soit positif, c'est-à-dire que φ soit au plus égal à $\frac{\pi}{4}$. La courbe cherchée ne commencera donc qu'au pied de la normale qui fait avec l'axe OX un angle de 45°. On a pour le point de départ F

$$x'' = -\,a\,l\,\operatorname{tang}\frac{\pi}{8} - a\sqrt{2} = -\,a \times 0{,}532,$$

$$y'' = 0.$$

A partir de ce point, les ordonnées y'' sont croissantes à mesure que φ diminue, et tendent vers la limite $y'' = a$ pour φ infiniment petit. La courbe a donc pour asymptote la droite $y = a$, parallèle à l'axe OX menée par le point A, point de rebroussement de la tractrice, point le plus bas de la chaînette.

En faisant les calculs pour plusieurs points de la courbe, et en prenant a pour unité, on trouve les coordonnées suivantes :

$\varphi =$	45°	40°	30°	20°	10°
$x'' =$	− 0,532	− 0,295	+ 0,162	+ 0,673	+ 1,4215
$y'' =$	0	0,544	0,816	0 931	0,984

qui permettent de tracer la courbe.

Recherche d'une courbe particulière satisfaisant à une condition donnée.

Lorsque l'on transforme une courbe de telle sorte, que les sous-normales soient communes à la courbe proposée et à la transformée, la distance MM′, mesurée dans l'espace entre deux points conjugués, situés l'un dans le plan vertical, l'autre dans le plan horizontal de projection, est constante. Cherchons si l'on peut trouver une courbe telle, que la même propriété existe entre les points conjugués, quand les courbes associées ont les mêmes sous-tangentes, et non les mêmes sous-normales.

L'équation du problème sera

$$y^2 + \left(\frac{y\,dx}{dy}\right)^2 + y'^2 = a^2,$$

a étant la longueur constante de la droite MM′ dans l'espace. On a d'ailleurs

$$y' = \frac{C\,dx}{dy},$$

C désignant la constante de la transformation. On parvient, en définitive, à l'équation différentielle

$$y^2 + y^2\left(\frac{dx}{dy}\right)^2 + C^2\left(\frac{dx}{dy}\right)^2 = a^2,$$

d'où l'on déduit

$$(1) \qquad dx = \pm\, dy\sqrt{\frac{a^2 - y^2}{C^2 + y^2}}.$$

Pour que dx soit réel, il faut et il suffit que y soit compris entre les limites $+a$ et $-a$; posons donc $y = a\cos\psi$; d'où l'on tire $dy = -a\sin\psi\,d\psi$. Si l'on fait croître l'angle ψ de o à $\frac{\pi}{2}$, dy est négatif, et y varie de a à o. Pour que dx soit positif, il faut donc prendre le signe — dans l'équation (1), et il vient, en faisant la substitution,

$$dx = \frac{a^2\sin^2\psi\,d\psi}{\sqrt{C^2 + a^2\cos^2\psi}} = \frac{a^2}{\sqrt{C^2 + a^2}}\,\frac{\sin^2\psi\,d\psi}{\sqrt{1 - \frac{a^2}{C^2 + a^2}\sin^2\psi}}.$$

Si l'on pose

$$K = \frac{a}{\sqrt{C^2 + a^2}},$$

on aura x en formant l'intégrale

$$x = aK \int_0^{\psi} \frac{\sin^2\psi \, d\psi}{\sqrt{1 - K^2 \sin^2\psi}},$$

intégrale elliptique dont le nombre K, moindre que l'unité, est le module. A la place de $\sin^2\psi \, d\psi$ au numérateur, on peut mettre

$$\frac{1}{K^2}(K^2 \sin^2\psi \, d\psi) = \frac{1}{K^2}[d\psi - (1 - K^2 \sin^2\psi) \, d\psi],$$

ce qui conduit à l'équation

$$(2) \quad x = \frac{a}{K}\left[\int_0^{\psi} \frac{d\psi}{\sqrt{1 - K^2 \sin^2\psi}} - \int_0^{\psi} \sqrt{1 - K^2 \sin^2\psi} \, d\psi\right].$$

La valeur de l'abscisse x est donnée, au facteur $\frac{a}{K}$ près, par la différence entre les deux fonctions elliptiques indiquées, dont l'une représente la *fonction de 1re espèce* de Legendre, et la seconde la *fonction de seconde espèce;* on peut donc écrire, en adoptant ses notations,

$$(2) \qquad x = \frac{a}{K}[F(\psi) - E(\psi)],$$

équation qui, jointe à la relation,

$$(3) \qquad y = a \cos\psi,$$

définit la courbe cherchée. Elle commence au point $x = 0$, $y = a$, pour $\psi = 0$, et finit au point $y = 0$, $x = \frac{a}{K}(F_1 - E_1)$, pour $\psi = \frac{\pi}{2}$, F_1 et E_1, désignant des *fonctions complètes*.

L'arc de la courbe est exprimable au moyen des logarithmes. De l'équation différentielle (1) on déduit, en effet,

$$ds = -dy\sqrt{1 + \frac{a^2 - y^2}{C^2 + y^2}} = -dy\frac{\sqrt{C^2 + a^2}}{\sqrt{C^2 + y^2}},$$

dont l'intégrale, prise à partir de $y = a$, est

$$s = \sqrt{C^2 + a^2}\left[l(a + \sqrt{C^2 + a^2}) - l(y + \sqrt{C^2 + y^2})\right].$$

La longueur totale comprise entre les limites admises plus haut, $y = a$, $y = 0$, est égale à

$$S = \sqrt{C^2 + a^2}\, l\left(\frac{a + \sqrt{C^2 + a^2}}{C}\right).$$

La transformée de la courbe définie par les équations (2) et (3), est une courbe de même nature. Reprenons les équations de la transformation. Nous y attribuerons à C une valeur négative, — C, pour rendre y' positif, et nous poserons

$$y' = -C\frac{dx}{dy}.$$

On en déduit

$$\frac{y'}{c} = -\frac{dx}{dy} = \sqrt{\frac{a^2 - y^2}{C^2 + y^2}},$$

équation d'où l'on peut tirer y en fonction de y'. Il vient

$$y^2 = \frac{C^2(a^2 - y'^2)}{C^2 + y'^2}.$$

Mais

$$\frac{y'\,dx'}{dy'} = -\frac{y\,dx}{dy} = y\sqrt{\frac{a^2 - y^2}{C^2 + y^2}} = \frac{y'}{C} \times C\sqrt{\frac{a^2 - y'^2}{C^2 + y'^2}} = y'\sqrt{\frac{a^2 - y'^2}{C^2 + y'^2}}.$$

Donc

$$(4) \qquad dx' = \frac{dy'}{y'} \times y\sqrt{\frac{a^2 - y^2}{C^2 + y^2}} = dy'\sqrt{\frac{a^2 - y'^2}{C^2 + y'^2}}.$$

équation différentielle identique à l'équation (1), sauf le changement de signe. Si l'équation (1) a pour intégrale l'équation

$$x = F(y) + \text{Constante},$$

l'équation (2) aura pour intégrale

$$x' = -F(y') + \text{Constante},$$

et représentera une courbe symétrique de la courbe (2) (3), par rapport à l'ordonnée du point où les deux courbes se rencontrent.

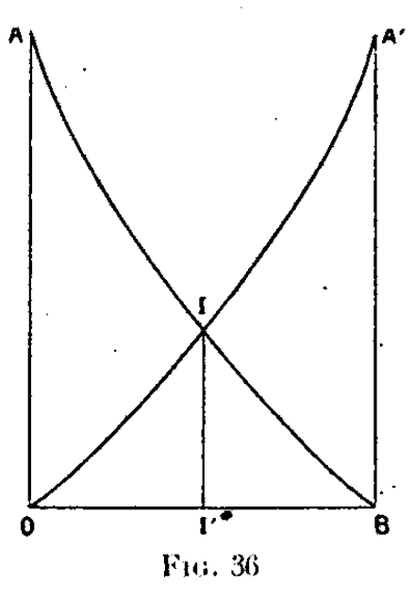


FIG. 36

On posera $y' = a\cos\varphi$, et on fera décroître φ de $\frac{\pi}{2}$ à 0, x' croissant de 0 à sa limite $\frac{a}{K}(F_1 - E_1)$, et y' de 0 à a.

On obtient *(fig. 36)* la courbe OA′, symétrique de la courbe AB définie par les équations (2) et (3), par rapport à l'ordonnée commune II′, correspondante à l'abscisse

$$x_1 = \frac{a}{2K}(F_1 - E_1)$$

On peut développer la solution à titre approximatif, ce qui a l'avantage de donner plus simplement une idée de la forme des courbes. La constante C étant arbitrairement choisie, prenons la beaucoup plus grande que a. L'ordonnée y étant limitée à a, la fonction

$$\sqrt{\frac{a^2 - y^2}{C^2 + y^2}}$$

sera toujours comprise entre

$$\frac{1}{C}\sqrt{a^2 - y^2} \quad \text{et} \quad \frac{1}{\sqrt{C^2 + a^2}}\sqrt{a^2 - y^2}.$$

La différence entre ces deux limites est

$$\left(\frac{1}{C} - \frac{1}{\sqrt{C^2 + a^2}}\right)\sqrt{a^2 - y^2} = \frac{a^2\sqrt{a^2 - y^2}}{C(C^2 + a^2) + C^2\sqrt{C^2 + a^2}}.$$

Si au dénominateur du second membre nous négligeons a^2 par rapport à C^2, nous augmentons la valeur de la fraction ; nous pouvons donc affirmer que l'écart des deux limites est moindre que $\frac{a^2}{2C^3}\sqrt{a^2 - y^2}$, ou que $\frac{1}{2}\left(\frac{a}{C}\right)^3\sqrt{1 - \left(\frac{y}{a}\right)^2}$. L'erreur que l'on commet en négligeant y^2 vis-à-vis de C^2 au dénominateur de la fonction à intégrer est donc plus petite que la fraction $\frac{1}{2}\left(\frac{a}{C}\right)^3$ de la valeur dont on a à faire usage. On peut la rendre aussi petite que l'on veut en prenant pour C une valeur suffisamment grande par rapport à a. Si, par exemple, on fait $C = 10\,a$, l'erreur relative sera moindre que $\frac{1}{2000}$, et elle pourra être regardée comme négligeable dans une première approximation. Si l'on adopte successivement comme limite supérieure l'équation

$$dx = \frac{dy}{C}\sqrt{a^2 - y^2},$$

et comme limite inférieure

$$dx = \frac{dy}{\sqrt{C^2 + a^2}} \sqrt{a^2 - y^2},$$

on obtiendra par l'intégration deux courbes très voisines l'une de l'autre, et entre lesquelles la courbe cherchée sera nécessairement renfermée.

Adoptons la première limite. Posons $y = a \sin \varphi$. Nous aurons

$$dx = \frac{a^2}{C} \cos^2 \varphi \, d\varphi,$$

et par conséquent

$$x = \frac{a^2}{C} \left(\frac{\varphi}{2} + \frac{\sin 2\varphi}{4} \right).$$

Ces deux équations définissent la première courbe. Cherchons la courbe conjuguée. Pour cela formons d'abord les différentielles

$$dy = a \cos \varphi \, d\varphi$$

$$dx = \frac{a^2}{C} \cos^2 \varphi \, d\varphi,$$

puis calculons les valeurs de x' et de y' ;

$$x' = x - \frac{y\,dx}{dy} = \frac{a^2}{C} \left(\frac{\varphi}{2} - \frac{\sin 2\varphi}{4} \right)$$

$$y' = C \frac{dx}{dy} = a \cos \varphi$$

Les équations des deux courbes conjuguées sont donc

$$y = a \sin \varphi \qquad y' = a \cos \varphi$$

$$x = \frac{a^2}{C} \left(\frac{\varphi}{2} + \frac{\sin 2\varphi}{4} \right) \qquad x' = \frac{a^2}{C} \left(\frac{\varphi}{2} - \frac{\sin 2\varphi}{4} \right)$$

Elles sont symétriques par rapport à l'ordonnée moyenne $x_1 = \frac{\pi a}{8C}$.

Elles sont symétriques, en tant que courbes ; mais les points conjugués n'obéissent pas à la loi de symétrie, sauf lorsqu'on fait $\varphi = \frac{\pi}{4}$, auquel cas on a à la fois $y = y'$, $x + x' = 2x$.

Comme contrôle du degré d'approximation que nous venons d'admettre, formons la fonction

$$y^2 + \left(\frac{y\,dx}{dy}\right)^2 + y'^2 = a^2\left(1 + \frac{a^2}{4C^2}\sin^2 2\varphi\right),$$

qui devait rester constante pour la solution rigoureuse du problème. Au lieu d'être égale à a^2, elle surpasse cette quantité de $\frac{a^4}{4C^2}\sin^2 2\varphi$. On voit que l'erreur commise est négligeable si $\frac{a}{C}$ est une fraction suffisamment petite. Si $\frac{a}{C} = \frac{1}{10}$, le maximum de l'erreur relative sur le carré de distance (MM′ est égal à) $\frac{a^2}{4C^2}$, soit à $\frac{1}{400}$.

Si l'on avait adopté l'autre limite, nous serions parvenu à une erreur relative égale à $\frac{a^2}{4(C^2 + a^2)}\sin^2 2\varphi$, dont le maximum est

$$\text{pour } \varphi = \frac{\pi}{4}, \text{ égal à } \frac{a^2}{(4C^2 + a^2)} = \frac{1}{4\left(\frac{C^2}{a^2} + 1\right)}, \text{ soit } \frac{1}{404}.$$

Elle est en plus dans les deux cas. La courbe rigoureuse est comprise entre les deux courbes-limites, mais la distance (MM′) dépend de la direction des tangentes, et non des ordonnées et abscisses seules ; et ces directions ne sont pas définies par la connaissance des courbes-limites entre lesquelles la courbe cherchée doit être tracée.

Remarques Générales.

Les courbes qui, pour une même abscisse x, ont la même sous-tangente, sont toutes comprises dans l'équation

$$y = K f(x),$$

K désignant un facteur arbitraire.

Les courbes qui, pour une même abscisse x, ont la même sous-normale, sont définies par l'équation générale

$$y^2 = [f(x)]^2 + a^2,$$

a désignant une longueur arbitraire. Si $y = f(x)$ est l'équation de la méridienne AB *(fig. 37)* d'une tour pleine de révolution où les pressions dues au poids des matériaux, supposés homogènes, varient avec la hauteur suivant une loi donnée, $y^2 = [f(x)]^2 + a^2$ sera l'équation de la méridienne A_1B_1 d'une tour creuse satisfaisant aux mêmes conditions, a étant le rayon du cylindre creux que l'on réserve autour de l'axe de la tour. A toute hauteur les deux méridiennes ont la même sous-normale PQ.

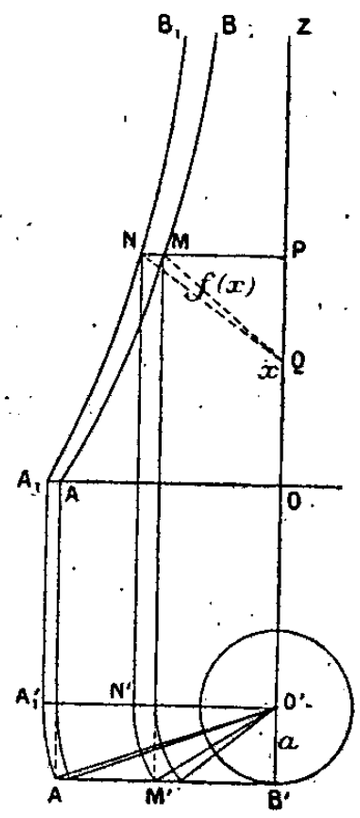


FIG. 37.

Si l'on cherche les trajectoires orthogonales d'une série de courbes comprises dans la première équation, on trouvera une série de courbes comprises dans la seconde, et inversement. Car les normales d'une série de courbes étant les tangentes de la série des trajectoires orthogonales, la communauté des sous-tangentes de l'une des séries assure la communauté des sous-normales dans l'autre.

M^lle Charlotte ANGAS SCOTT

Docteur ès sciences de l'Université de Londres, Professeur au Collège de Bryn Mawr, Pennsylvanie (Etats-Unis d'Amérique).

SUR LA TRANSFORMATION DES COURBES PLANES [P.3]

— Séance du 6 août 1897 —

1. Par la transformation rationnelle la plus générale

$$x' : y' : z' = \varphi_1(x, y, z) : \varphi_2(x, y, z) : \varphi_3(x, y, z)$$

on fait correspondre aux droites du second plan, les courbes du réseau $(\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3)$ dans le premier plan. Que ces courbes soient de l'ordre σ, du genre π, et soumises aux conditions de passer : $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \ldots\ldots$ fois, par les points fixes fondamentaux,

A_1, A_2, A_3, ... ; alors deux quelconques se rencontrent en K points de plus, $K = \sigma^2 - \Sigma\rho^1$, et ce groupe de K points correspond au point unique commun aux deux droites du second plan. On dit que la transformation est de *l'ordre* σ, du *genre* π, de la *multiplicité* K.

Grâce à cette correspondance, de l'équation $F(x, y, z) = o$ d'une courbe F, on déduit l'équation $F'(x', y', z') = o$ de la transformée F'. Mais, à cette courbe F', correspond non seulement la courbe F, lieu d'un point du groupe K, mais aussi une *courbe complémentaire*, $f(x, y, z) = o$, tracée par les K — 1 points complémentaires, et donnée par la relation $F(x, y, z) . f(x, y, z) \equiv F'(\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3)$. Comment le fait se produit-il? on le sait bien; aux points $A_1, A_2, \ldots\ldots$, respectivement de multiplicité $r_1, r_2, \ldots\ldots$, sur F, correspondent $r_1, r_2, \ldots\ldots$ points simples sur F' ; les points multiples qui ne coïncident pas avec les points fondamentaux conservent ce caractère intégralement ; sur la courbe F', il y a encore de nouveaux points doubles, résultant du passage de F par des points complémentaires, passage indiqué très simplement par les intersections de F et f; mais il n'y a ni points multiples ni points de rebroussement, à moins que la relation de la courbe F avec le réseau de transformation ne soit particularisée.

2. Quoique la théorie générale soit ainsi connue, on a quelque peu négligé les détails et les exemples particuliers ; néanmoins, il y a là de nombreuses questions intéressantes, touchant au réseau et à la transformation, dont quelques-unes sont résolues, pour le cas où $K = 2$, dans le mémoire de *Riccardo de Paolis*, *Le trasformazioni piane doppie* (1877), avec référence de priorité au mémoire de *Clebsch*, *Ueber den Zusammenhang einer Classe von Flachenabbildungen*, *Math : Ann :* 3 ; mais les propriétés du cas général sont beaucoup simplifiées si $K = 2$; il y a même de nouvelles relations de réciprocité, et des applications particulières à des transformations dérivées ; aussi, dans ce beau mémoire, quelques-unes des classifications sont établies sur des choses insuffisantes, d'où il résulte que l'on ne voit pas sans peine comment il faut s'y prendre pour les généraliser.

Je me bornerai à expliquer en peu de mots un procédé graphique dont on peut se servir, tantôt pour vérifier les résultats par voie géométrique, tantôt pour l'explication des résultats déjà obtenus par des raisonnements algébriques ; et j'en donnerai un exemple.

3. Dans l'examen d'une transformation nous utilisons trois courbes associées au réseau.

(i) La Jacobienne, J, lieu des points de contact de deux courbes, φ_h, φ_k, du réseau ; en un tel point de contact toutes les courbes du faisceau $\varphi_h + \lambda\varphi_k$ ont un contact du premier ordre, d'où il résulte que parmi ces courbes, une précisément possède un point double ; mais comme la réciproque n'est pas acceptable dans tous les cas, il ne me semble pas bon de définir la Jacobienne comme le lieu des points doubles.

(ii) Pendant qu'un point parcourt J, le point correspondant, dans le second plan, trace une courbe J', dont l'ordre $\nu = 2(\pi + K - 1)$. *Clebsch* parle de *Uebergangscurve*, et *de Paolis* de *curva limite*, mais ces désignations se rapportent seulement à une propriété particulière, qui se modifie complètement quand $K > 2$. Cette courbe joue un tel rôle dans la théorie générale que je propose de lui donner le nom de *courbe synoptique*, appellation dont la justification apparaîtra bientôt. C'est la *polaire réciproque de la Crémonienne du réseau ;* ce nom de *Crémonienne* a été proposé, l'an passé, pour la courbe qui s'appelle *Steinérienne*, dans un réseau polaire.

(iii) Pendant que le point dans le second plan parcourt la courbe synoptique, des K points correspondants dans le premier plan il y en a deux qui, confondus, tracent la Jacobienne ; le lieu des $K - 2$ autres points est la *co-Jacobienne*, j, courbe de l'ordre $\sigma(\nu - 6) + 6$, admettant les points fondamentaux à la multiplicité $\rho(\nu - 6) + 2$. On a d'ailleurs l'identité algébrique $[J(x, y, z)]^2 . j(x, y, z) \equiv J'(\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3)$. Voilà une courbe d'un bel emploi dans la théorie générale, mais j'ignore si l'on s'en est encore servi, quoique son existence ait été déjà remarquée par le Professeur *G. Jung* en 1886. Si $\sigma = 2$, c'est-à-dire dans le cas d'un réseau de coniques, polaires d'une cubique, c'est la *Cayleyenne ;* si $\sigma > 2$, même si le réseau est polaire, elle ne coïncide avec aucune des courbes covariantes ordinaires. Elle n'existe pas, si $K = 2$.

4. En se servant de *compartiments*, on fait comprendre d'intuition l'effet de la transformation. Trois droites dans le second plan forment un triangle ; à ces droites correspondent trois courbes φ, dont deux quelconques ont K points d'intersection, réels ou imaginaires ; et ces φ déterminent K triangles curvilignes correspondants, dont les imaginaires sont en nombre pair. Employons aussi les courbes J, j, J', pour borner les compartiments ; partout, sur J, deux points complémentaires viennent se confondre, ainsi les compartiments des deux côtés de J sont complémentaires, et avec les $K - 2$ bornés d'un côté par j, ils correspondent à un seul comparti-

ment du second plan, borné d'un côté par J'. Ainsi les compartiments une fois déterminés, et indiqués d'une manière convenable, quand le chemin d'un point dans le premier plan est observé, on voit tout de suite la route du point correspondant et des points complémentaires.

5. De la loi de formation de J' à l'égard de J, il résulte que la droite qui touche J' en un certain point X' correspond au φ unique qui possède un point double en X ; soit X un point de rebroussement sur φ, la droite est tangente stationnaire ; et si φ est doué de deux points doubles, la droite correspondante est tangente double. Ces vérités sont bien connues, au moins sous leur forme réciproque pour la Steinérienne.

Que le φ singulier, dont l'équation est supposée réelle, ait un point double à tangentes réelles ou à tangentes imaginaires (point isolé), la droite correspondante est tangente réelle à J'. Néanmoins la différence entre les deux cas se fait sentir sur J', et d'une manière intéressante. Soient les compartiments complémentaires, des deux côtés de J à X, indiqués par $\boxed{1}$; alors à X' le J' limite d'un côté le compartiment $\boxed{1}$, mais de l'autre côté un compartiment du numéro différent $\boxed{11}$; ce dernier compartiment n'a pas de correspondant borné par J, mais il en a $K - 2$ bornés par j à $X_3, X_4, \ldots\ldots X_k$. Ainsi, quand le point P' passe par X' de $\boxed{1}$ dans $\boxed{11}$, deux des correspondants réels deviennent imaginaires ; et je dis que si le point éprouve cette perte en passant par X', de la convexité à la concavité de J', le point X est double à tangentes réelles sur φ, et que, dans le cas contraire, c'est un point isolé.

En se servant seulement des J, j, et J', mais nullement des φ et des droites correspondantes, on n'aura plus de petits compartiments, mais de grandes divisions du plan, assez simples, et peut-être en petit nombre. Ces régions du second plan, séparées par J', auront des régions correspondantes réelles au nombre K; $K - 2$, $K - 4, \ldots\ldots$; et en s'appuyant sur la loi constatée tout à l'heure, et sur la correspondance univoque de J et J', on voit que la ligne, lieu des points isolés dans le premier plan, se sépare de la ligne sur laquelle se trouvent les points doubles à tangentes réelles, soit tout à fait, soit par des points déterminés où les φ ont des points de rebroussement.

La démonstration rigoureuse de ces choses, comme des autres ci-jointes, résulte très simplement de la considération des compartiments.

6. Si plus de deux points complémentaires viennent se confondre, il s'agit d'un point commun à J et j ; et dans le cas le plus simple, ce qui arrive nécessairement si le réseau est tout à fait général, dans

chaque rencontre semblable les deux courbes ont un contact simple, d'où résulte sur J' un point de rebroussement. Les φ du faisceau signalé par ce point de rencontre ont un contact du second ordre, la tangente commune est une des tangentes du φ singulier, et les compartiments se rangent comme dans la *fig.* 1.

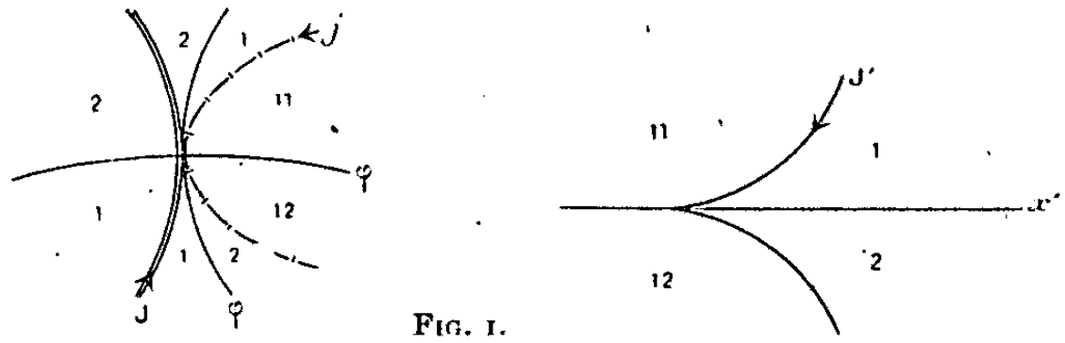


FIG. 1.

S'il y a sur le φ singulier un point de rebroussement, alors le J et j possèdent des points doubles, et le J' présente un contact du second ordre de deux branches curvilignes, c'est-à-dire un *curved oscnode*. Pour un point double sur J', il faut et il suffit que deux points complémentaires séparés viennent chacun se confondre encore avec un point complémentaire; ainsi, il y aura sur J deux points complémentaires séparés, et alors le J et j ont, à chacun de ces points, une intersection simple; mais s'il arrive que le φ singulier soit le même pour les deux points séparés, alors le J' a un *tacnodé*, un contact du premier ordre de deux branches, pendant que le j a deux points doubles aux points complémentaires séparés. Pareillement, pour toute espèce de particularité que peut offrir le réseau, on trouve sur J' une singularité correspondante parfaitement déterminée.

Voici la justification du terme de *courbe synoptique du réseau* pour la transformée de la Jacobienne, courbe dont l'ordre ne dépend que du genre et de la multiplicité de la transformation, et dont la classe est précisément le nombre des φ singuliers dans un faisceau tout à fait arbitraire; dont les tangentes stationnaires et doubles résultent des φ doués d'un point de rebroussement ou de deux points doubles; dont les singularités ponctuelles signalent des faisceaux qui ont quelque chose de particulier; et dont la courbure, par son orientation, indique l'espèce des points doubles sur les φ singuliers.

7. Quand sur quelque courbe F il y a k points complémentaires, on sait qu'il y a sur F' un point de multiplicité k; et que sur f, les k points sont de multiplicité $k-1$, et les $K-k$ points complémentaires de multiplicité k. Ordinairement, la valeur de k ne peut pas dépasser 2; donc les nouveaux points multiples sur F' ne sont que des points doubles. On ne trouve un point de rebroussement que si

les deux points complémentaires coïncident; ainsi, pour trouver de tels points sur F', il faut discuter les points de rencontre de F et J. Du numérotage des compartiments il résulte que pour chaque point de rencontre simple, X, on a un point de contact simple, X', de F' avec J'; mais si la tangente X à F est la même que la tangente aux φ du faisceau, la transformée, F', possède un point de rebroussement sur J'. Ainsi, pour chaque point de rencontre de F et J, il y a un point de contact de F' et J' (ou bien un point de rebroussement de F' sur J') et le nombre de ces points est $3n(\sigma - 1) - \Sigma r(3\rho - 1)$.

Aussi, pour chaque point de rencontre de F et j, dont le nombre est $n[\sigma(\nu - 6) + 6] - \Sigma r[\rho(\nu - 6) + 2]$, il y a une intersection simple de F' et J', et voilà précisément les $\nu(n\sigma - \Sigma r\rho)$ points communs aux deux courbes F' et J'. Mais si $K = 2$, il n'existe pas de j; tous les points communs de F' et J' sont des points de contact — y compris les quasi-contacts — et, comme l'a reconnu *de Paolis*, la courbe transformée et la *curva limite* ne peuvent jamais s'entrecroiser.

Dans le cas général, pour chaque contact de F' avec J', il y a un point d'intersection de f avec F sur J, et $K - 2$ points de contact de f avec j; et pareillement toute intersection de F' et J' est représentée sur f. De plus, pour chaque point de rebroussement sur F', le f a $K - 2$ points de rebroussement sur j, pendant que F et f ont un contact du second ordre à leur rencontre avec J.

8. Pour approfondir ces matières, il faut que nous tenions compte des points fondamentaux dans le premier plan, points auxquels correspondent, comme on le sait, des courbes rationnelles, $\alpha'_1, \alpha'_2, \ldots\ldots$, de l'ordre $\rho_1, \rho_2, \ldots\ldots$; et à chacun desquels A_i, est associée, comme lieu des $K - 1$ points complémentaires dans le premier plan, une courbe a_i de l'ordre $\rho_i\sigma$. Il est utile d'observer que, sur une telle courbe a_i, les points fondamentaux $A_k, \ldots\ldots$, sont en général de la multiplicité $\rho_i\rho_k$, mais que le point fondamental auquel la courbe est associée est de la multiplicité $\rho_i^2 + 1$; et que, parmi ces $\rho_i^2 + 1$ branches, il y en a $3\rho_i - 1$ qui touchent les $3\rho_i - 1$ branches de J, et $(\rho_i - 1)(\rho_i - 2)$ dont le groupement est indiqué par les points multiples de la courbe α'_i, courbe rationnelle de l'ordre ρ_i. Cette courbe α'_i touche le J' en $3\rho_i - 1$ points; et, par conséquent, la courbe a_i touche le j en $(K - 2)(3\rho_i - 1)$ points séparés. Il faut faire attention à ces courbes α'_i et a_i dans la détermination des compartiments.

9. Nous signalerons ici une chose qui est encore d'une grande importance, et qui a pour effet d'apporter dans la plupart des formules et des résultats une légère modification.

Il existe souvent dans le premier plan des courbes fondamentales. Une telle courbe se présente comme appartenant à chaque courbe d'un faisceau, y entrant en facteur; on la peut définir comme une courbe qui rencontre les courbes du réseau seulement aux points fondamentaux, et de cette définition, on le voit sans peine, il résulte qu'une courbe fondamentale, pourvu que les points fondamentaux ne soient pas particularisés de situation, est rationnelle, et que les points fondamentaux la définissent sans aucune ambiguïté. Tout cela se trouve dans des mémoires italiens : par exemple, dans le mémoire du Professeur *Bertini*, *Sulle curve fondamentali dei sistemi lineari di curve piane algebriche*, dans les *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo*, t. III, 1888-9. A chacune de ces courbes, β, correspond dans le second plan un point unique B'; et au lieu des K points $B_1, B_2, \ldots\ldots B_K$, qui correspondraient ordinairement à B', il y a la courbe β, et $k-1$ points B. Toute courbe β est rejetée comme facteur par le J, comme l'a démontré *de Paolis*, et aussi, et peut-être plusieurs fois, par quelques-unes des courbes a_i, et même parfois par le j; donc, les formules numériques demandent certaines modifications.

Mais il y a encore d'autres complications à examiner. Le Professeur *Bertini* constate qu'il n'arrive jamais que le β, forme algébrique appartenant à la courbe fondamentale, soit facteur répété, c'est-à-dire, que le réseau est nécessairement exprimé par $(\beta\Psi_1, \beta\Psi_2, \varphi_3)$, où $\Psi_2 + \lambda\Psi_2$ ne présente jamais le facteur β. C'est inexact. Sans aucune particularisation des points fondamentaux, le réseau peut se définir par $(\beta^{k_1}\Psi_1, \beta^{k_2}\Psi_2, \varphi_3)$; mais alors il n'est pas complètement défini par les points fondamentaux; il exige encore des conditions d'une espèce différente. Pour la possibilité d'un facteur β, k — fois répété dans une courbe du réseau (ou dans deux courbes), il faut, mais il ne suffit pas, que le nombre de ces conditions externes, μ, soit supérieur à $\frac{1}{2}k(k+1) - 3$, [ou à $\frac{1}{2}k(k+1) - 2$]. De plus, les nombres k_1, k_2 sont limités par la relation $k_1 k_2 \leq K$; et, si $k_2 \geq k_1$, et si β est de l'ordre ω, les points fondamentaux étant de multiplicité $\tau_1, \tau_2, \ldots\ldots$, ces nombres k_1, k_2 sont aussi limités par $k_1 \tau_i \leq \rho_i$, $k_2 \omega \leq \sigma$.

Ainsi, dans un examen approfondi, il faut considérer le réseau $(\beta^{k_1}\Psi_1, \beta^{k_2}\Psi, \varphi_3)$. En formant le J par la voie ordinaire, le facteur $\beta^{k_1+k_2-1}$ se présentera; mais il me semble qu'il faut rejeter β une fois seulement, et retenir dans le J, comme lieu des points de contact, le facteur $\beta^{k_1+k_2-2}$, et poser, par conséquent, $J = \beta^{k_1+k_2-2} \times J_0$. Dans le cas le plus simple, où $k = k_1 = 1_2$, la Jacobienne ne rencontre pas la courbe β en dehors des points fondamentaux. Si $k_2 = k_1 = k$,

J_0 rencontre β en $k-1$ points, en chacun desquels ces deux courbes ont un contact du premier ordre; si $k_2 > k_1$, il y a, je le crois, $k_1 - 1$ points de contact simple, et $k_2 - k_1$, points d'intersection simple. Le nombre des points complémentaires B devient $K - k_1 k_2$; quant à leur situation, et quant à l'effet produit sur B′ par le facteur répété β, il reste dans cet ordre d'idées beaucoup d'obscurité à dégager.

10. Un exemple dans lequel $\sigma = 3$, $K = 3$, est présenté par un réseau particulier de cubiques, avec six points fondamentaux, savoir : — deux points sur la droite $x = o$, (0, 1, 0), (0, 0, 1); deux points confondus, à l'infini, sur la droite $4x + 3y + 3z = o$; et les deux points isotropes. Pour simplifier les calculs, posons $p = y + z$, $m = y - z$, $q = yz$; alors la transformation dont il s'agit est

$$x' : y' : z' = xp^2 - q(4x+3p) : x(x+p)(x+2y) : x(x+p)(x+2z),$$

c'est-à-dire

$$x' : p' : m' = xp^2 - q(4x+3p) : 2x(x+p)^2 : 2xm(x+p).$$

Quant aux points fondamentaux, les imaginaires donnent des courbes correspondantes et complémentaires tout à fait imaginaires; les points réels avec les courbes associées sont comme il suit :

A_1, (0, 1, 0); a_1, $x + 2z = o$; α'_1, $z' = o$.
A_2, (0, 0, 1); a_2, $x + 2y = o$; α'_2, $y' = o$.
A_3, (0, 1, −1); a_3, $x + p = o$; α'_3, $p' = o$.

Ce réseau possède une courbe fondamentale, β, savoir, $x(x+p) = o$; mais il y a quelque chose de particulier, en ce que la courbe fondamentale est composée, et que, des facteurs linéaires, l'un se trouve répété. Le point B′ est à (1, 0, 0); les deux points B sont représentés par le seul point (−2, 1, 1).

Le facteur linéaire, $x + p$, est en quelque sorte une partie de la Jacobienne; $J = (x+p) J_0$, où

$$J_0 = x(p^2 + 2q) + 2pq.$$

La courbe $J_0 = o$ a un contact simple avec les courbes a_1, a_2, a_3 aux points fondamentaux A_1, A_2, A_3 (*fig. 2*).

La *courbe synoptique* est $J' = o$,

$$J' = (m'^3 - 8x'p')^3 + 324p'^2(m'^2 - 2x'p')^2.$$

Sur cette courbe, B′ est un point singulier, triple, composé de deux points de rebroussement confondus avec encore cinq points

doubles ; c'est à cause de la particularité dans le réseau déjà signalée. Aussi le point G′ (0, 1, 1), est un *curved oscnode*, qui résulte du point de rebroussement à G (1, 0, 0) sur un φ avec la même tangente que les autres φ du faisceau. La courbe J′ a un point de contact simple avec chacune des droites α'_1, α'_2 ; le second point de contact, indiqué par la théorie du § 8, se confond avec B′ (*fig. 2′*).

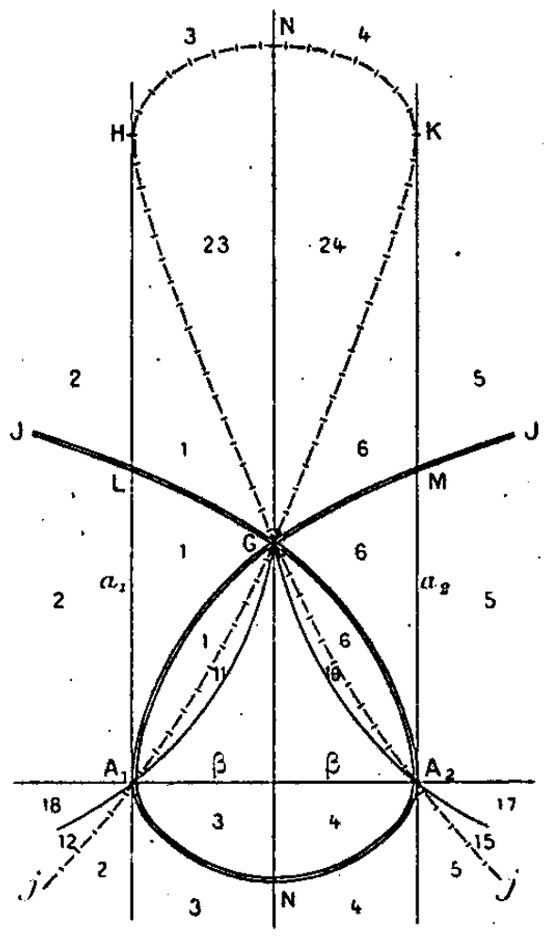


FIG. 2.

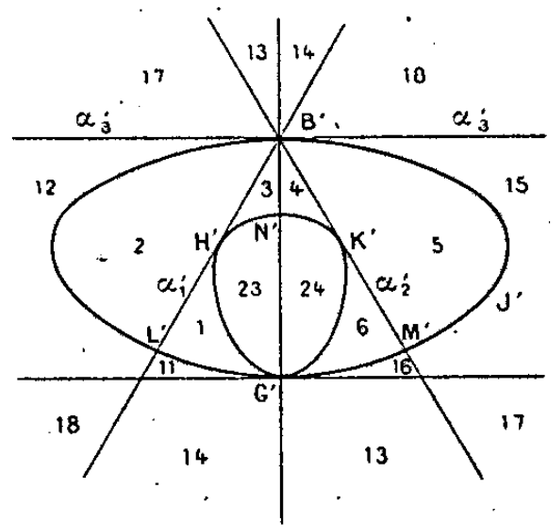


FIG. 2′.

En formant l'équation de la co-jacobienne, les facteurs répétés x et $x + p$ se présentent ; et aussi j°, $= x p^2 - 16 q (x + p)$. Cette courbe j_0 a un point de contact avec chacune des courbes a_1, a_2, a_3 ; dans la *fig. 2* elle est un peu raccourcie.

Le numérotage des compartiments démontre que les points isolés, appartenant aux φ, se trouvent sur la branche infinie de J, et que le *loop* de J est le lieu des points doubles à tangentes réelles.

11. Appliquons cette transformation à la conique $F = m^2 - 3xp = o$. Cette courbe serait, en effet, un cercle dans la *fig. 2*, passant par G et tangent à β ; mais la *fig. 3* représente une projection orthogonale, dans laquelle la courbe F se présente comme une ellipse. Le J est coupé en P, Q, et le j en deux points, comme l'indique la figure.

La transformée de F est la courbe

$$F' = 75\, m'^4 + (64\, x'^2 - 168\, x'p' - 36\, p'^2)\, m'^2 + 72\, x'p'^3 = o.$$

Cette courbe a des contacts avec J′ en P′, Q′, et aussi des intersections; elle a deux points doubles à tangentes réelles, R′ et S′, dont les coordonnées sont données par les équations $8\,x' - 3\,p' = o$, $3^2\,p' - 5\,m'^2 = o$. Le point de rebroussement à B′ est dû à l'existence d'un contact simple de F avec β *(fig. 3′)*.

La courbe *f*, associée à F, est

$$f = 9\,p^2\,(x+p)^4 - 3\,m^2\,(3\,x^4 + 11\,x^3p + 21\,x^2p^2 + 20\,x\,p^3 + 6p^4) + m^4\,(4\,x + 3\,p)^2 = o.$$

Cette courbe possède des points isolés aux points fondamentaux (0, 1, 0), (0, 0, 1), et un point double à (1, 0, 0); elle passe simplement par les points isotropes; encore elle possède à l'infini deux *tacnodes isolés*, c'est-à-dire deux points de contact de branches conjuguées imaginaires, dont l'un se trouve en B. Ordinairement en B se trouvera un point de rebroussement, mais la particularité déjà signalée en a modifié le caractère. L'existence des points doubles sur F′ est mise en évidence par deux couples de points d'intersection de F et *f*, savoir (R) et (S), d'où résultent aussi les points doubles R et S sur *f*; et le contact de F′ avec J′ en P′ et Q′ est aussi représenté sur *f*: *(fig. 3)*.

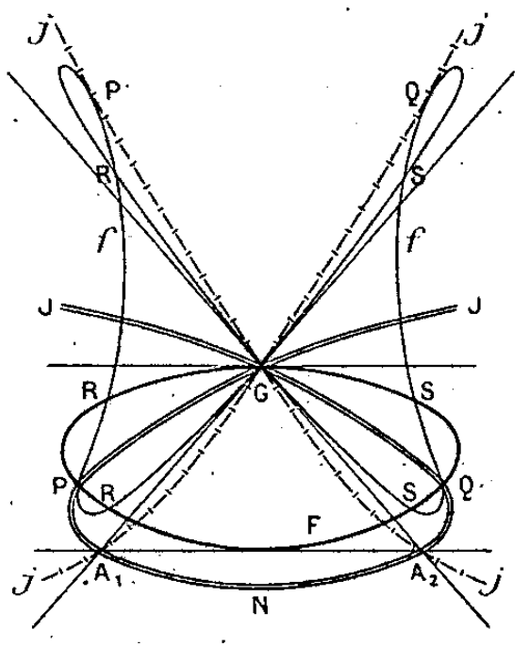


FIG. 3.

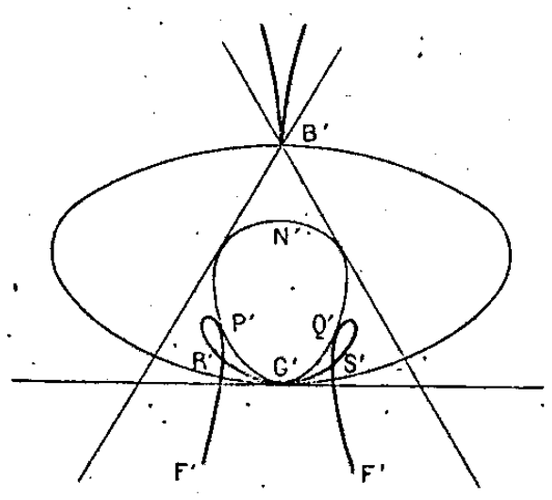


FIG. 3′.

M. FONTANEAU

Ancien officier de Marine, à Limoges.

SUR L'INTÉGRATION DANS UN CAS PARTICULIER DES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES DE L'HYDRODYNAMIQUE

[S 2a]

— Séance du 6 août 1897 —

1. Dans la Mécanique Analytique (Section onzième, § 1. N° 21), Lagrange fait dépendre la théorie des ondulations d'un liquide de l'existence d'un potentiel de vitesse et il s'exprime ainsi : « Il est un cas très étendu dans lequel la quantité $p\,dx + q\,dy + r\,dz$ doit être une différentielle exacte ; c'est celui où l'on suppose que les vitesses p, q, r soient très petites et qu'on néglige les quantités très petites du second ordre et des ordres suivants... : $\frac{dp}{dt}\,dx + \frac{dq}{dt}\,dy + \frac{dr}{dt}\,dz$ devant être intégrable relativement à x, y, z la quantité $p\,dx + q\,dy + r\,dz$ devra l'être aussi. On aura ainsi les mêmes formules que dans l'article précédent en supposant φ (le potentiel de vitesse) une fonction très petite et négligeant les secondes dimensions de φ et de ses différentielles ».

Il me semble qu'ici l'expression dépasse la pensée du grand géomètre, car il n'est pas indispensable, en général, que les composantes de la rotation élémentaire

$$(1)\qquad \frac{dr}{dy} - \frac{dq}{dz} = 2\,\mathrm{L} \qquad \frac{dp}{dz} - \frac{dr}{dx} = 2\,\mathrm{M} \qquad \frac{dq}{dx} - \frac{dp}{dy} = 2\,\mathrm{N}$$

soient nulles pour que $\frac{dp}{dt}dx + \frac{dq}{dt}dy + \frac{dr}{dt}dz$ soit une différentielle exacte; mais il suffit pour cela des conditions $\frac{d\mathrm{L}}{dt} = o$, $\frac{d\mathrm{M}}{dt} = o$, $\frac{d\mathrm{N}}{dt} = o$.

Soit par exemple

$$(2)\qquad \begin{aligned} p &= \frac{cA_2 - bA_3}{(A_1^2 + A_2^2 + A_3^2)(A_1x + A_2y + A_3z + B)} \\ q &= \frac{aA_3 - cA_1}{(A_1^2 + A_2^2 + A_3^2)(A_1x + A_2y + A_3z + B)} \\ r &= \frac{bA_1 - aA_2}{(A_1^2 + A_2^2 + A_3^2)(A_1x + A_2y + A_3z + B)} \end{aligned}$$

$$aA_1 + bA_2 + cA_3 = o$$

il en résulte :

$$(3)\qquad \begin{aligned} 2L &= \frac{a}{(A_1x + A_2y + A_3z + B)^2} \quad 2M = \frac{b}{(A_1x + A_2y + A_3z + B)^2} \\ 2N &= \frac{c}{(A_1x + A_2y + A_3z + B)^2} \end{aligned}$$

et ces expressions vérifient les équations du mouvement des liquides parfaits que l'on peut présenter ainsi d'après Lagrange (Mécanique Analytique, tome II, page 69, Edition J. Bertrand).

$$(4)\qquad \begin{aligned} \frac{dp}{dt} + 2Mr - 2Nq &= \frac{d\psi}{dx} \qquad \frac{dq}{dt} + 2Np - 2Lr = \frac{d\psi}{dy} \\ \frac{dr}{dt} + 2Lq - 2Mp &= \frac{d\psi}{dz} \qquad \frac{V - \pi}{\mu} - \frac{p^2 + q^2 + r^2}{2} = \psi \end{aligned}$$

en désignant par μ la densité du liquide, π la pression qui s'exerce en un quelconque de ses points $(x, y, z,)$ et V le potentiel moteur des forces appliquées à sa masse.

Car on déduit des équations (2) et (3)

$$\begin{aligned} 2Mr - 2Nq &= \frac{(a^2 + b^2 + c^2)A_1}{(A_1^2 + A_2^2 + A_3^2)(A_1x + A_2y + A_3z + B)^3} \\ 2Np - 2Lq &= \frac{(a^2 + b^2 + c^2)A_2}{(A_1^2 + A_2^2 + A_3^2)(A_1x + A_2y + A_3z + B)^3} \\ 2Nq - 2Mp &= \frac{(a^2 + b^2 + c^2)A_3}{(A_1^2 + A_2^2 + A_3^2)(A_1x + A_2y + A_3z + B)^3} \end{aligned}$$

et par l'intégration des équations (4)

$$\frac{V - \pi}{\mu} = \frac{p^2 + q^2 + r^2}{2} - \frac{1}{2}\frac{a^2 + b^2 + c^2}{(A_1^2 + A_2^2 + A_3^2)(A_1x + A_2y + A_3z)} + \int \frac{dp}{dt}dx + \frac{dq}{dt}dy + \frac{dr}{dt}dz$$

Cette égalité ne peut avoir lieu que si l'intégration indiquée au second membre peut être effectuée et on s'assure aisément que les composantes L, M, N (3) de la rotation élémentaire (du tourbillon suivant l'expression de Helmholtz que je n'emploierai pas, parce qu'elle me paraît équivoque), ne peuvent avoir des coefficients indépendants du temps, sans qu'il en soit de même pour les composantes de vitesse (2). Ainsi on a nécessairement $\frac{dp}{dt} = o$, $\frac{dq}{dt} = o$, $\frac{dr}{dt} = o$, et la formule précédente devient :

$$\frac{V - \pi}{\mu} = \text{const.} \tag{5}$$

Ce cas particulier du mouvement des liquides diffère de celui dont il est question au numéro cité de la *Mécanique Analytique* en ce que la quantité $\frac{dp}{dt}dx + \frac{dq}{dt}dy + \frac{dr}{dt}dz$ y est identiquement nulle, ce qui est en désaccord avec la supposition de Lagrange, mais il n'en résulte pas moins que s'il lui était permis d'affirmer, par une intuition géniale, l'existence à *priori* d'un potentiel de vitesse dans la théorie des petites oscillations d'un liquide, il n'a cependant pas donné la démonstration de cet important théorème. C'est d'ailleurs, comme il me semble, l'opinion générale des géomètres et spécialement de Kirchhoff (23e leçon sur la Physique Mathématique) et de Riemann (Hattendorf : Application à la Physique de la théorie des équations aux dérivées partielles).

2. L'un et l'autre des mouvements de liquides dont il vient d'être question dépendent du cas plus général où la quantité $\frac{dp}{dt}dx + \frac{dq}{dt}dy + \frac{dr}{dt}dz$ doit être une différentielle exacte, et des observations qui précédent on peut conclure qu'il ne serait pas sans intérêt d'intégrer dans ces conditions les équations différentielles de l'hydrodynamique. C'est une étude difficile à laquelle je me propose de contribuer dans la mesure restreinte de mes forces. Pour plus de généralité, j'admettrai que le liquide considéré ne soit pas dépourvu de frottements intérieurs ou d'une certaine viscosité. Les équations générales de l'hydrodynamique sont alors d'après Navier et en appliquant aux liquides la théorie des corps élastiques, comme l'a fait M. Boussinesq

(*Journal de Mathématiques de Liouville*, année 1868, page 377)

$$\frac{dp}{dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2 p + 2\,\mathrm{M}r - 2\,\mathrm{N}q = \frac{d\psi}{dx} \qquad \frac{dq}{dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2 q + 2\,\mathrm{N}p - 2\,\mathrm{L}r = \frac{d\psi}{dy}$$

$$\frac{dr}{dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2 r + 2\mathrm{L}q - 2mq = \frac{d\psi}{dz}$$

$$(6) \qquad -\pi + (h+k)\,\theta + \mu\mathrm{V} - \mu\frac{p^2+q^2+r^2}{2} = \mu\psi.$$

en désignant ici par V le potentiel accélérateur des forces appliquées à la masse du liquide et par h, k des constantes relatives à la nature du fluide dont la première est sans influence lorsque par la nature de la question on doit avoir $\Delta^2 p = o$, $\Delta^2 q = o$, $\Delta^2 r = o$ et la dernière quand il s'agit spécialement comme dans le cas présent d'un liquide incompressible pour lequel on a :

$$(7) \qquad \frac{dp}{dx} + \frac{dq}{dy} + \frac{dr}{dz} = \theta = o$$

Dans la circonstance actuelle, il faut qu'on ait :

$$(8) \quad 2\,\mathrm{M}r - 2\,\mathrm{N}q = \frac{d\chi}{dx} \quad 2\,\mathrm{N}p - 2\,\mathrm{L}r = \frac{d\chi}{dy} \quad 2\,\mathrm{L}q - 2\,\mathrm{M}p = \frac{d\chi}{dz}$$

en désignant par χ une fonction arbitraire de x, y, z et t qui peut se réduire à une constante. C'est ce que je supposerai d'abord parce qu'il en résulte une simplification notable du problème.

Comme on déduit en général des formules (6) les équations :

$$\frac{d\mathrm{L}}{dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2\mathrm{L} + 2\frac{d\mathrm{L}}{d\chi}p + \left(\frac{d\mathrm{M}}{dx} + \frac{d\mathrm{L}}{dy}\right)q + \left(\frac{d\mathrm{L}}{dz} + \frac{d\mathrm{N}}{dx}\right)r = \frac{d\pi}{dx}$$

$$(9) \quad \frac{d\mathrm{M}}{dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2\mathrm{M} + \left(\frac{d\mathrm{M}}{dx} + \frac{d\mathrm{L}}{dy}\right)p + 2\frac{d\mathrm{M}}{dy}q + \left(\frac{d\mathrm{N}}{dy} + \frac{d\mathrm{M}}{dz}\right)r = \frac{d\pi}{dy}$$

$$\frac{d\mathrm{N}}{dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2\mathrm{N} + \left(\frac{d\mathrm{L}}{dz} + \frac{d\mathrm{N}}{dx}\right)p + \left(\frac{d\mathrm{N}}{dy} + \frac{d\mathrm{M}}{dz}\right)q + 2\frac{d\mathrm{N}}{dz}r = \frac{d\pi}{dz}$$

$$\mathrm{L}p + \mathrm{M}q + \mathrm{N}r = \pi$$

et qu'il résulte immédiatement de ces formules et des égalités (8)

$$(10) \quad \frac{d\mathrm{L}}{dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2\mathrm{L} = o, \quad \frac{d\mathrm{M}}{dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2\mathrm{M} = o, \quad \frac{d\mathrm{N}}{dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2\mathrm{N} = o,$$

il vient par suite :

$$
\begin{aligned}
2\frac{d\mathrm{L}}{dx}p + \left(\frac{d\mathrm{M}}{dx} + \frac{d\mathrm{L}}{dy}\right)q + \left(\frac{d\mathrm{L}}{dz} + \frac{d\mathrm{N}}{dx}\right)r &= \frac{d\pi}{dx} \\
\left(\frac{d\mathrm{M}}{dx} + \frac{d\mathrm{L}}{dy}\right)p + 2\frac{d\mathrm{M}}{dy}q + \left(\frac{d\mathrm{N}}{dy} + \frac{d\mathrm{M}}{dz}\right)r &= \frac{d\pi}{dy} \qquad (11) \\
\left(\frac{d\mathrm{L}}{dz} + \frac{d\mathrm{N}}{dx}\right)p + \left(\frac{d\mathrm{N}}{dy} + \frac{d\mathrm{M}}{dz}\right)q + 2\frac{d\mathrm{N}}{dz}r &= \frac{d\pi}{dz} \\
\mathrm{L}p + \mathrm{M}q + \mathrm{N}r &= \pi
\end{aligned}
$$

Mais si l'on admet que la fonction χ soit indépendante des coordonnées x, y, z, on peut poser en vertu des égalités (8)

$$p = 2\,\mathrm{L}k \qquad q = 2\,\mathrm{M}k \qquad r = 2\,\mathrm{N}k \qquad (12)$$

en désignant par k une fonction de x, y, z, t et on déduit des équations (11)

$$
\begin{aligned}
\left[\mathrm{N}\left(\frac{d\mathrm{L}}{dz} - \frac{d\mathrm{N}}{dx}\right) - \mathrm{M}\left(\frac{d\mathrm{M}}{dx} - \frac{d\mathrm{L}}{dy}\right)\right]k &= (\mathrm{L}^2 + \mathrm{M}^2 + \mathrm{N}^2)\frac{dk}{dx} \\
\left[\mathrm{L}\left(\frac{d\mathrm{M}}{dx} - \frac{d\mathrm{L}}{dy}\right) - \mathrm{N}\left(\frac{d\mathrm{N}}{dy} - \frac{d\mathrm{M}}{dz}\right)\right]k &= (\mathrm{L}^2 + \mathrm{M}^2 + \mathrm{N}^2)\frac{dk}{dy} \qquad (13) \\
\left[\mathrm{M}\left(\frac{d\mathrm{N}}{dy} - \frac{d\mathrm{M}}{dz}\right) - \mathrm{L}\left(\frac{d\mathrm{L}}{dz} - \frac{d\mathrm{N}}{dx}\right)\right]k &= (\mathrm{L}^2 + \mathrm{M}^2 + \mathrm{N}^2)\frac{dk}{dz} \\
2\,(\mathrm{L}^2 + \mathrm{M}^2 + \mathrm{N}^2)\,k &= \pi
\end{aligned}
$$

D'ailleurs, si pour simplifier on pose :

$$\mathrm{L}\left(\frac{d\mathrm{N}}{dy} - \frac{d\mathrm{M}}{dz}\right) + \mathrm{M}\left(\frac{d\mathrm{L}}{dz} - \frac{d\mathrm{N}}{dx}\right) + \mathrm{N}\left(\frac{d\mathrm{M}}{dx} - \frac{d\mathrm{L}}{dy}\right) = \Gamma \qquad (14)$$

il vient comme conséquence des égalités (8)

$$
\begin{aligned}
\Delta^2\chi + 4\,\mathrm{L}^2 + 4\,\mathrm{M}^2 + 4\,\mathrm{N}^2 &= 2\left(\frac{d\mathrm{N}}{dy} - \frac{d\mathrm{M}}{dz}\right)p + 2\left(\frac{d\mathrm{L}}{dz} - \frac{d\mathrm{N}}{dx}\right)q \\
&\quad + 2\left(\frac{d\mathrm{M}}{dx} - \frac{d\mathrm{L}}{dy}\right)r
\end{aligned} \qquad (15)
$$

d'où on déduit dans le cas actuel :

$$k = \frac{\mathrm{L}^2 + \mathrm{M}^2 + \mathrm{N}^2}{\Gamma} \qquad (16)$$

et par suite, pour les conditions que doivent vérifier les composantes L, M, N de la rotation élémentaire

$$
\begin{aligned}
&N\left(\frac{dL}{dz}-\frac{dN}{dx}\right)-M\left(\frac{dM}{dx}-\frac{dL}{dy}\right)=\Gamma\frac{d}{dx}\frac{L^2+M^2+N^2}{\Gamma}\\
&L\left(\frac{dM}{dx}-\frac{dL}{dy}\right)-N\left(\frac{dN}{dy}-\frac{dM}{dz}\right)=\Gamma\frac{d}{dy}\frac{L^2+M^2+N^2}{\Gamma}\\
&M\left(\frac{dN}{dy}-\frac{dM}{dz}\right)-L\left(\frac{dL}{dz}-\frac{dN}{dx}\right)=\Gamma\frac{d}{dz}\frac{L^2+M^2+N^2}{\Gamma}
\end{aligned}
\tag{17}
$$

3. Il convient d'observer qu'on peut arriver à ces équations d'une manière plus directe et en prenant un autre point de départ. Car il résulte des expressions (12) des composantes de vitesse de la condition d'incompressibilité du liquide (7) et des relations (1)

$$
\begin{aligned}
&N\frac{dk}{dy}-M\frac{dk}{dz}+\left(\frac{dN}{dy}-\frac{dM}{dz}\right)k-L=o\\
&L\frac{dk}{dz}-N\frac{dk}{dx}+\left(\frac{dL}{dz}-\frac{dN}{dx}\right)k-M=o\\
&M\frac{dk}{dx}-L\frac{dk}{dy}+\left(\frac{dM}{dx}-\frac{dL}{dy}\right)k-N=o\\
&L\frac{dk}{dx}+M\frac{dk}{dy}+N\frac{dk}{dz}=o
\end{aligned}
\tag{18}
$$

d'où on déduit immédiatement :

$$
\left(\frac{dN}{dy}-\frac{dM}{dz}\right)\frac{dk}{dx}+\left(\frac{dL}{dz}-\frac{dN}{dx}\right)\frac{dk}{dy}+\left(\frac{dM}{dx}-\frac{dL}{dy}\right)\frac{dk}{dz}=o \tag{19}
$$

$$
k=L^2+M^2+N^2
$$

et par suite les équations (17).

On peut aussi se dispenser d'introduire dans le calcul la fonction k, car les trois premières équations (6) se réduisent dans le cas actuel à

$$
\frac{dp}{dt}-\frac{h}{\mu}\Delta^2 p=\frac{d\psi}{dx}\qquad \frac{dq}{dt}-\frac{h}{\mu}\Delta^2 q=\frac{d\psi}{dy}\qquad \frac{dr}{dt}-\frac{h}{\mu}\Delta^2 r=\frac{d\psi}{dz} \tag{20}
$$

auxquelles on satisfait en posant

$$
p=P+\frac{df}{dx}\qquad q=Q+\frac{df}{dy}\qquad r=R+\frac{df}{dz} \tag{21}
$$

pourvu que l'on ait

$$\begin{aligned}
&\frac{d\mathrm{P}}{dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2\mathrm{P} + \frac{d^2f}{dx\,dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2\frac{df}{dx} = \frac{d}{dx}\\
&\frac{d\mathrm{Q}}{dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2\mathrm{Q} + \frac{d^2f}{dy\,dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2\frac{df}{dy} = \frac{d\psi}{dy}\\
&\frac{dq}{dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2\mathrm{R} + \frac{d^2f}{dz\,dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2\frac{df}{dz} = \frac{d\psi}{dz}
\end{aligned} \tag{22}$$

De là il résulte

$$2\,\mathrm{L} = \frac{d\mathrm{R}}{dy} - \frac{d\mathrm{Q}}{dz} \qquad 2\,\mathrm{M} = \frac{d\mathrm{P}}{dz} - \frac{d\mathrm{R}}{dx} \qquad 2\,\mathrm{N} = \frac{d\mathrm{Q}}{dx} - \frac{d\mathrm{P}}{dy}$$

et par les conditions du problème

$$\frac{\mathrm{P} + \dfrac{df}{dx}}{2\,\mathrm{L}} = \frac{\mathrm{Q} + \dfrac{df}{dy}}{2\,\mathrm{M}} = \frac{\mathrm{R} + \dfrac{df}{dz}}{2\,\mathrm{N}} \tag{23}$$

égalités auxquelles on peut substituer les suivantes :

$$\begin{aligned}
&\mathrm{N}\frac{df}{dy} - \mathrm{M}\frac{df}{dz} = \mathrm{MR} - \mathrm{NQ} \qquad \mathrm{L}\frac{df}{dz} - \mathrm{N}\frac{df}{dx} = \mathrm{NP} - \mathrm{LR}\\
&\mathrm{M}\frac{df}{dx} - \mathrm{L}\frac{df}{dy} = \mathrm{LQ} - \mathrm{MQ}
\end{aligned} \tag{24}$$

On en déduit par différentiation

$$\begin{aligned}
&\left(\frac{d\mathrm{N}}{dy} - \frac{d\mathrm{M}}{dz}\right)\frac{df}{dx} + \left(\frac{d\mathrm{L}}{dz} - \frac{d\mathrm{N}}{dx}\right)\frac{df}{dy} + \left(\frac{d\mathrm{M}}{dx} - \frac{d\mathrm{L}}{dy}\right)\frac{df}{dz}\\
&= 2\,(\mathrm{L}^2 + \mathrm{M}^2 + \mathrm{N}^2) - \left(\frac{d\mathrm{N}}{dy} - \frac{d\mathrm{M}}{dz}\right)\mathrm{P} - \left(\frac{d\mathrm{L}}{dz} - \frac{d\mathrm{N}}{dx}\right)\mathrm{Q}\\
&\quad - \left(\frac{d\mathrm{M}}{dx} - \frac{d\mathrm{L}}{dy}\right)\mathrm{R}
\end{aligned} \tag{25}$$

et ces quatre relations équivalent à trois équations linéaires entre les quotients différentiels de la fonction $f(x, y, z)$ dont les coefficients peuvent dépendre du temps. Il en résulte

$$\begin{aligned}
&\frac{df}{dx} = 2\,\frac{\mathrm{L}^2 + \mathrm{M}^2 + \mathrm{N}^2}{\Gamma}\,\mathrm{L} - \mathrm{P} \qquad \frac{df}{dy} = 2\,\frac{\mathrm{L}^2 + \mathrm{M}^2 + \mathrm{N}^2}{\Gamma} - \mathrm{Q}\\
&\frac{df}{dz} = 2\,\frac{\mathrm{L}^2 + \mathrm{M}^2 + \mathrm{N}^2}{\Gamma} - \mathrm{R}
\end{aligned} \tag{26}$$

Ces équations ne diffèrent que par la forme des équations (12) et par elles s'obtiendraient aussi les conséquences fournies par ces der-

nières. Elles supposent néanmoins que les composantes de vitesse p, q, r peuvent être considérées chacune comme la somme de ces deux quantités dont les unes sont les quotients différentiels d'une même fonction $f(x, y, z)$. Ce principe nouveau qui peut être utile pour les applications est justifié par l'accord des conséquences qu'on en déduit avec celles qui précèdent et on peut lui donner plus de précision en admettant qu'il y aura toujours un système de valeur P, Q, A, R et f propre à vérifier les équations (22) de manière à ce qu'on ait

$$(27)\qquad \frac{d\mathrm{P}}{dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2\mathrm{P} = o \qquad \frac{d\mathrm{Q}}{dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2\mathrm{Q} = o \qquad \frac{d\mathrm{R}}{dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2\mathrm{R} = o$$
$$\frac{df}{dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2 f = \psi + \mathrm{T}$$

en désignant par T une fonction du temps t.

Si pour simplifier on pose

$$(28)\qquad \begin{aligned} \mathrm{N}\left(\frac{d\mathrm{L}}{dz} - \frac{d\mathrm{N}}{dx}\right) - \mathrm{M}\left(\frac{d\mathrm{M}}{dx} - \frac{d\mathrm{L}}{dy}\right) &= \mathrm{X} \\ \mathrm{L}\left(\frac{d\mathrm{M}}{dx} - \frac{d\mathrm{L}}{dy}\right) - \mathrm{N}\left(\frac{d\mathrm{N}}{dy} - \frac{d\mathrm{M}}{dz}\right) &= \mathrm{Y} \\ \mathrm{M}\left(\frac{d\mathrm{N}}{dy} - \frac{d\mathrm{M}}{dz}\right) - \mathrm{L}\left(\frac{d\mathrm{L}}{dz} - \frac{d\mathrm{N}}{dx}\right) &= \mathrm{Z} \end{aligned}$$

l'équation aux différentielles totales

$$(29)\qquad \mathrm{X}\,dx + \mathrm{Y}\,dy + \mathrm{Z}\,dz = o$$

sera intégrable en vertu de ce qui précède et deviendra une différentielle exacte, si l'on fait usage de l'un ou l'autre des deux facteurs d'intégration

$$\frac{1}{\mathrm{L}^2 + \mathrm{M}^2 + \mathrm{N}^2} \quad \text{et} \quad \frac{1}{\Gamma}$$

la relation

$$(30)\qquad \mathrm{X}\left(\frac{d\mathrm{Z}}{dy} - \frac{d\mathrm{Y}}{dz}\right) + \mathrm{Y}\left(\frac{d\mathrm{X}}{dz} - \frac{d\mathrm{Z}}{dx}\right) + \mathrm{Z}\left(\frac{d\mathrm{Y}}{dx} - \frac{d\mathrm{X}}{dy}\right) = o$$

devra donc se vérifier identiquement.

4. Si dans les expressions (12) des composantes de vitesse, on remplace k par sa valeur (16) il en résulte :

$$(31)\qquad p = 2\frac{\mathrm{L}^2 + \mathrm{M}^2 + \mathrm{N}^2}{\Gamma}\mathrm{L} \qquad q = 2\frac{\mathrm{L}^2 + \mathrm{M}^2 + \mathrm{N}^2}{\Gamma}\mathrm{M}$$
$$r = 2\frac{\mathrm{L}^2 + \mathrm{M}^2 + \mathrm{N}^2}{\Gamma}\mathrm{N}$$

et on voit qu'elles deviennent illusoires si l'on a $\Gamma = o$ à moins que l'on ait en même temps $\mathrm{L} = o$, $\mathrm{M} = o$, $\mathrm{N} = o$.

Il y aura donc alors un potentiel de vitesse et il en est ainsi spécialement pour le cas traité par Lagrange, parce qu'alors la quantité r doit être considérée comme un infiniment petit du second ordre relativement à p, q, r et traitée comme si elle était nulle. Telle est donc la démonstration de ce principe qui, à ma connaissance, n'avait pas encore été donnée, car les explications de Riemann (Hattendorf équations aux dérivées partielles ; Chap. VI, § 102, pages 282 et suivantes) se rapportent aux vibrations d'un milieu élastique, et comme le fait observer Lagrange (Mécanique Analytique, onzième section, N° 37), s'il y a « une parfaite analogie entre les ondes formées à la surface d'une eau tranquille par les élévations et les abaissements successifs de l'eau et les ondes formées dans l'air par les condensations et raréfactions successives de l'air », il n'y a cependant pas identité des deux théories malgré cette analogie supposée déjà par plusieurs auteurs avant que Lagrange l'eût rigoureusement démontrée.

Il ne faudrait pas d'ailleurs conclure de ce qui précède qu'en vertu de la relation (30) il y aura nécessairement un potentiel de vitesse, même dans un cas différent de celui dont il est question. Ainsi les expressions (2) et (3) satisfont à l'équation (33) ; car on a

$$\frac{dN}{dy} - \frac{dM}{dz} = \frac{bA_3 - cA_2}{(A_1x + A_2y + A_3z + B)^3}$$

$$\frac{dL}{dz} - \frac{dN}{dx} = \frac{cA_1 - aA_3}{(A_1x + A_2y + A_3z + B)^3}$$

$$\frac{dM}{dx} - \frac{dL}{dy} = \frac{aA_2 - bA_1}{(A_1x + A_2y + A_3z + B)^3}$$

et il en résulte bien identiquement $r = o$. Mais ces formules appartiennent à un cas particulier des relations (8) donné par l'égalité

$$\psi = -\frac{1}{2}\frac{a^2 + b^2 + c^2}{(A_1^2 + A_2^2 + A_3^2)\,(A_1x + A_2y + A_3z + B)^2}$$

$$= -\frac{1}{2}(p^2 + q^2 + r^2)$$

Pour que l'on ait $\Gamma = o$, les composantes de la rotation élémentaire doivent avoir des expressions de ce genre

$$(32) \qquad L = a\frac{dF}{dx} \qquad M = a\frac{dF}{dy} \qquad N = a\frac{dF}{dz}$$

où a représente une quantité qui peut, comme la fonction F, dépendre la fois de x, y, z et de t. On en déduit :

$$2\mathrm{M}r - 2\mathrm{N}q = 2a\left(\frac{d\mathrm{F}}{dy}r - \frac{d\mathrm{F}}{dz}q\right) \quad 2\mathrm{N}p - 2\mathrm{L}r = 2a\left(\frac{d\mathrm{F}}{dz}p - \frac{d\mathrm{F}}{dx}r\right)$$

$$2\mathrm{L}q - 2\mathrm{M}p = 2a\left(\frac{d\mathrm{F}}{dx}q - \frac{d\mathrm{F}}{dy}p\right)$$

et la relation (15) devient

$$\Delta^2\psi + 4\mathrm{L}^2 + 4\mathrm{M}^2 + 4\mathrm{N}^2 = 2\left(\frac{da}{dy}\frac{d\mathrm{F}}{dy} - \frac{da}{dz}\frac{d\mathrm{F}}{dy}\right)p$$
$$+ 2\left(\frac{da}{dz}\frac{d\mathrm{F}}{dx} - \frac{da}{dx}\frac{d\mathrm{F}}{dz}\right)q + 2\left(\frac{da}{dx}\frac{d\mathrm{F}}{dz} - \frac{da}{dy}\frac{d\mathrm{F}}{dx}\right)r$$

égalité qui se réduit à

$$\Delta^2\psi + 4\mathrm{L}^2 + 4\mathrm{M}^2 + 4\mathrm{N}^2 = o. \tag{33}$$

si l'on a

$$\frac{p}{a\dfrac{d\mathrm{F}}{dx}} = \frac{q}{a\dfrac{d\mathrm{F}}{dy}} = \frac{r}{a\dfrac{d\mathrm{F}}{dz}} \tag{34}$$

5. Lorsque k ne dépend ni des coordonnées x, y, z ni du temps t, on satisfait aux équations (17) et aux relations (12) en posant

$$\frac{\mathrm{L}}{\dfrac{d\mathrm{N}}{dy} - \dfrac{d\mathrm{M}}{dz}} = \frac{\mathrm{M}}{\dfrac{d\mathrm{L}}{dz} - \dfrac{d\mathrm{N}}{dx}} = \frac{\mathrm{N}}{\dfrac{d\mathrm{M}}{dx} - \dfrac{d\mathrm{L}}{dy}} = k \tag{35}$$

et il en résulte

$$\frac{d\mathrm{N}}{dy} - \frac{d\mathrm{M}}{dz} = -k\Delta^2\mathrm{L} = \frac{\mathrm{L}}{k} \quad \frac{d\mathrm{L}}{dz} - \frac{d\mathrm{M}}{dx} = -k\Delta^2\mathrm{M} = \frac{\mathrm{M}}{k}$$
$$\frac{d\mathrm{M}}{dx} - \frac{d\mathrm{L}}{dy} = -k\Delta^2\mathrm{N} = \frac{\mathrm{N}}{k} \tag{36}$$

D'ailleurs on a en vertu des équations (10) et des relations (12)

$$\frac{dp}{dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2 p = 2k\left(\frac{d\mathrm{L}}{dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2\mathrm{L}\right) = o \quad \frac{dq}{dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2 q = o$$
$$\frac{dr}{dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2 r = o \tag{37}$$

et par suite des équations (20), $\frac{d\psi}{dx} = o \quad \frac{d\psi}{dy} = o \quad \frac{d\psi}{dz} = o$ d'où $\psi = \text{const}$ et la dernière des équations (b) donne immédiatement

$$\frac{\pi}{\mu} = V - \frac{p^2 + q^2 + r^2}{2} + \text{const} \tag{38}$$

On déduit d'ailleurs des relations (12) mises sous la forme

$$p = k\left(\frac{dr}{dy} - \frac{dq}{dr}\right) \quad q = k\left(\frac{d\mu}{dz} - \frac{dr}{dx}\right) \quad r = k\left(\frac{dq}{dx} - \frac{d\mu}{dy}\right) \tag{39}$$

les égalités analogues aux égalités (36)

$$k^2\Delta^2 p + \mu = o \qquad k^2\Delta^2 q + q = o \qquad k^2\Delta^2 r + r = o \tag{40}$$

Par suite on peut exprimer les composantes de vitesse p, q, r au moyen de fonctions où le temps t n'entre que par un facteur indépendant des coordonnées x, y, z et on reconnaît aisément qu'on a comme solution particulière des équations (20), les formules suivantes :

$$\begin{aligned}
p &= k\left[\lambda_1 \sin\left(\alpha\frac{x}{k} + \alpha_1\right)\cos\left(\beta\frac{y}{k} + \beta_1\right)\cos\left(\gamma\frac{z}{k} + \gamma_1\right)\right. \\
&\quad \left. + \lambda_2 \cos\left(\alpha\frac{x}{k} + \alpha_1\right)\sin\left(\beta\frac{y}{k} + \beta_1\right)\sin\left(\gamma\frac{z}{k} + \gamma_1\right)\right]\mathrm{T} \\
q &= k\left[\mu_1 \cos\left(\alpha\frac{x}{k} + \alpha_1\right)\sin\left(\beta\frac{y}{k} + \beta_1\right)\cos\left(\gamma\frac{z}{k} + \gamma_1\right)\right. \\
&\quad \left. + \mu_2 \sin\left(\alpha\frac{x}{k} + \alpha_1\right)\cos\left(\beta\frac{y}{k} + \beta_1\right)\sin\left(\gamma\frac{z}{k} + \gamma_1\right)\right]\mathrm{T} \\
r &= k\left[\nu_1 \cos\left(\alpha\frac{x}{k} + \alpha_1\right)\cos\left(\beta\frac{y}{k} + \beta_1\right)\sin\left(\gamma\frac{z}{k} + \gamma_1\right)\right. \\
&\quad \left. + \nu_2 \sin\left(\alpha\frac{x}{k} + \alpha_1\right)\sin\left(\beta\frac{y}{k} + \beta_1\right)\cos\left(\gamma\frac{z}{k} + \gamma_1\right)\right]\mathrm{T}
\end{aligned} \tag{41}$$

où α, β, γ; λ_1, μ_1, ν_1; λ_2, μ_2, ν_2 désignent les cosinus directeurs de trois axes rectangulaires fixes et qu'on peut supposer issus de l'origine des coordonnées.

Quant à la fonction T, on la détermine au moyen de l'équation

$$\frac{dp}{dt} - \frac{h}{\mu}\Delta^2 p = o$$

en observant qu'il résulte de la première des formules (41)

$$\frac{dp}{dt} = \frac{p}{\mathrm{T}}\frac{d\mathrm{T}}{dt} \qquad \Delta^2 p = -\frac{\alpha^2+\beta^2+\gamma^2}{k^2}p = -\frac{1}{k^2}\frac{p}{\mathrm{T}}\mathrm{T}$$

et par suite

$$(42)\qquad \frac{d\mathrm{T}}{dt} + \frac{h}{\mu k^2}\mathrm{T} = o \qquad \text{d'où en intégrant} \qquad \mathrm{T} = \mathrm{C}e^{\frac{-h}{\mu k^2}t}$$

en désignant par C une constante arbitraire.

Si on admet ensuite que les axes rectangulaires dont il a été question aient été dirigés de manière à ce qu'on ait

$$\gamma\mu_1 - \beta\nu_1 = \lambda_2, \ \&\quad \text{et}\ \beta\nu_2 - \gamma\mu_2 = \lambda_1, \ \&$$

on aura pour les composantes de la rotation élémentaire :

$$(43)\quad \begin{cases} 2\mathrm{L} = \left[\lambda_2 \cos\left(\alpha\dfrac{x}{k}+\alpha_1\right)\sin\left(\beta\dfrac{y}{k}+\beta_1\right)\sin\left(\gamma\dfrac{z}{k}+\gamma_1\right)\right. \\ \qquad \left. + \lambda_1 \sin\left(\alpha\dfrac{x}{k}+\alpha_1\right)\cos\left(\beta\dfrac{y}{k}+\beta_1\right)\cos\left(\gamma\dfrac{z}{k}+\gamma_1\right)\right]\mathrm{T} \\ 2\mathrm{M} = \left[\mu_2 \sin\left(\alpha\dfrac{x}{k}+\alpha_1\right)\cos\left(\beta\dfrac{y}{k}+\beta_1\right)\sin\left(\gamma\dfrac{z}{k}+\gamma_1\right)\right. \\ \qquad \left. + \mu_1 \cos\left(\alpha\dfrac{x}{k}+\alpha_1\right)\sin\left(\beta\dfrac{y}{k}+\beta_1\right)\cos\left(\gamma\dfrac{z}{k}+\gamma_1\right)\right]\mathrm{T}, \\ 2\mathrm{N} = \left[\upsilon_2 \sin\left(\alpha\dfrac{x}{k}+\alpha_1\right)\sin\left(\beta\dfrac{y}{k}+\beta_1\right)\cos\left(\gamma\dfrac{z}{k}+\gamma_1\right)\right. \\ \qquad \left. + \upsilon_1 \cos\left(\alpha\dfrac{x}{k}+\alpha_1\right)\cos\left(\beta\dfrac{y}{k}+\beta_1\right)\sin\left(\gamma\dfrac{z}{k}+\gamma_1\right)\right]\mathrm{T} \end{cases}$$

et les relations (12) seront bien effectivement satisfaites.

Si on joint aux expressions (41) et (43) l'égalité (38), on aura les éléments essentiels de la solution du problème proposé dans le cas très simple dont il s'agit ici. Pour présenter un aperçu complet du mouvement considéré, il faudrait ajouter les équations d'un quelconque des filets liquides et pour cela intégrer les équations différentielles simultanées :

$$(44)\qquad \frac{\alpha dx}{\lambda_2\dfrac{d\mathrm{V}}{dx} - \lambda_1\dfrac{d\mathrm{U}}{dx}} = \frac{\beta dy}{\mu_2\dfrac{d\mathrm{V}}{dy} - \mu_1\dfrac{d\mathrm{U}}{dy}} = \frac{\gamma dz}{\upsilon_2\dfrac{d\mathrm{V}}{dz} - \upsilon_1\dfrac{d\mathrm{U}}{dz}} = k^2\mathrm{T}dt$$

où U et V représentent les fonctions

$$\text{(45)}\qquad \begin{aligned} \mathrm{U} &= \cos\left(\alpha\frac{x}{k}+\alpha_1\right)\cos\left(\beta\frac{y}{k}+\beta_1\right)\cos\left(\gamma\frac{z}{k}+\gamma_1\right)\\ \mathrm{V} &= \sin\left(\alpha\frac{x}{k}+\alpha_1\right)\sin\left(\beta\frac{y}{k}+\beta_1\right)\sin\left(\gamma\frac{z}{k}+\gamma_1\right)\end{aligned}$$

Mais ce calcul paraît sujet à d'assez grandes difficultés et je ne m'y arrêterai pas. Si k sans être fonction des coordonnées x, y, z dépendait du temps t, le calcul devrait être modifié ; car il résulte alors des expressions (12) et des équations (10)

$$\text{(46)}\qquad \begin{aligned} &\frac{dp}{dt}-\frac{h}{\mu}\Delta^2 p = 2\mathrm{L}\frac{dk}{dt}=\frac{d\psi}{dx} \qquad \frac{dq}{dt}-\frac{h}{\mu}\Delta^2 q = 2\mathrm{M}\frac{dk}{dt}=\frac{d\psi}{dy}\\ &\frac{dr}{dt}-\frac{h}{\mu}\Delta^2 r = 2\mathrm{N}\frac{dk}{dt}=\frac{d\psi}{dz}\end{aligned}$$

et d'après l'observation déjà faite, les composantes de la rotation doivent être nulles ; k disparaît aussi et on revient au cas où il y a un potentiel de vitesse.

On peut observer que toutes les équations différentielles auxquelles doivent satisfaire les formules (41) et (43) sont linéaires ; il sera donc permis de composer par voie d'addition et en faisant usage de la solution particulière qui vient d'être donnée, la solution générale du cas où k est une constante. On dispose pour cela de six constantes arbitraires, car les neuf cosinus directeurs peuvent être exprimés au moyen des trois angles d'Euler et en appliquant le procédé connu, on devra remplacer la constante C par une fonction arbitraire de α, β, γ et de ces trois angles.

6. Lorsque k est une fonction de x, y, z et t on a au lieu des équations (37)

$$\text{(47)}\qquad \begin{aligned} &\frac{dp}{dt}-\frac{h}{p}\Delta^2 p = 2\mathrm{L}\left(\frac{dk}{dt}-\frac{h}{\mu}\Delta^2 k\right)\\ &-4\frac{h}{\mu}\left(\frac{d\mathrm{L}}{dx}\frac{dk}{dx}+\frac{d\mathrm{L}}{dy}\frac{dk}{dy}+\frac{d\mathrm{L}}{dz}\frac{dk}{dz}\right)=\frac{d\psi}{dx}\\ &\frac{dq}{dt}-\frac{h}{\mu}\Delta^2 q = 2\mathrm{M}\left(\frac{dk}{dt}-\frac{h}{\mu}\Delta^2 k\right)\\ &-4\frac{h}{\mu}\left(\frac{d\mathrm{M}}{dx}\frac{dk}{dx}+\frac{d\mathrm{M}}{dy}\frac{dk}{dy}+\frac{d\mathrm{M}}{dz}\frac{dk}{dz}=\frac{d\psi}{dy}\right.\\ &\frac{dr}{dt}-\frac{h}{\mu}\Delta^2 r = 2\mathrm{N}\left(\frac{dk}{dt}-\frac{h}{\mu}\Delta^2 k\right)\\ &-4\frac{h}{\mu}\left(\frac{d\mathrm{M}}{dx}\frac{dk}{dx}+\frac{d\mathrm{M}}{dy}\frac{dk}{dy}+\frac{d\mathrm{M}}{dz}\frac{dk}{dz}\right)=\frac{d\psi}{dz}\end{aligned}$$

et par suite en ayant égard à la seconde des équations (18)

$$\begin{aligned}(48)\qquad &\frac{d\psi}{dx}\frac{dk}{dx}+\frac{d\psi}{dy}\frac{dk}{dy}+\frac{d\psi}{dz}\frac{dk}{dz}=2\frac{h}{\mu}\left[\frac{d}{dx}\left(\frac{dk^2}{dx}+\frac{dk^2}{dy}+\frac{dk^2}{dz}\right).\mathrm{L}\right.\\ &\left.+\frac{d}{dy}\left(\frac{dk^2}{dx}+\frac{dk^2}{dy}+\frac{dk^2}{dz}\right).\mathrm{M}+\frac{d}{dz}\left(\frac{dk^2}{dx}+\frac{dk^2}{dy}+\frac{dk^2}{dz}\right).\mathrm{M}\right.\end{aligned}$$

Ces formules jointes aux équations (18) et (19) permettent d'intégrer les équations (11) en se donnant d'avance une valeur arbitraire de k, d'où résultera une solution particulière des équations (17) et un moyen d'en classer les solutions. Ainsi en prenant pour k une expression linéaire en x, y, z, c'est-à-dire de la forme suivante :

$$(49)\qquad k=\frac{dk}{dx}x+\frac{dk}{dy}y+\frac{dk}{dz}z+k_0$$

où $\frac{dk}{dx}$, $\frac{dk}{dy}$, $\frac{dk}{dz}$ et k_0 représentent des fonctions du temps t, les équations (47) deviennent

$$\begin{aligned}&\frac{dk}{dx}\frac{d\mathrm{L}}{dx}+\frac{dk}{dy}\frac{d\mathrm{L}}{dy}+\frac{dk}{dz}\frac{d\mathrm{L}}{dz}=-\frac{\mu}{4h}\frac{d\psi}{dx}+2\mathrm{L}\frac{dk}{dt}\\ (50)\qquad &\frac{dk}{dx}\frac{d\mathrm{M}}{dx}+\frac{dk}{dy}\frac{d\mathrm{M}}{dy}+\frac{dk}{dz}\frac{d\mathrm{M}}{dz}=-\frac{\mu}{4h}\frac{d\psi}{dy}+2\mathrm{M}\frac{dk}{dt}\\ &\frac{dh}{dx}\frac{d\mathrm{N}}{dx}+\frac{dk}{dy}\frac{d\mathrm{N}}{dy}+\frac{dk}{dz}\frac{d\mathrm{N}}{dz}=-\frac{\mu}{4h}\frac{d\psi}{dz}+2\mathrm{N}\frac{dk}{dt}\end{aligned}$$

tandis que l'équation (48) dont le second membre s'annule donne

$$(51)\qquad \frac{d\psi}{dx}\frac{dk}{dx}+\frac{d\psi}{dy}\frac{dk}{dy}\frac{d\psi}{dz}\frac{dk}{dz}$$

et il est facile de les intégrer.

Je prends maintenant dans toute leur généralité les formules (8) si on les différentie en même temps que les équations (6), on aura, en ayant égard à l'équation (7) d'incompressibilité du liquide, $\Delta^2\psi=\Delta^2\chi$ d'où $\psi=\chi+\omega$ en désignant par ω une fonction potentielle qui peut dépendre du temps. Par suite les équations (6) deviennent :

$$\begin{aligned}&\frac{dp}{dt}-\frac{h}{\mu}\Delta^2 p=\frac{d\omega}{dx}\qquad \frac{dq}{dt}-\frac{h}{\mu}\Delta^2 q=\frac{d\omega}{dy}\qquad \frac{dr}{dt}-\frac{h}{\mu}\Delta^2 r=\frac{d\omega}{dz}\\ (52)\qquad &-\pi+\mu(\mathrm{V}-\chi)-\mu\frac{p^2+q^2+r^2}{2}=\mu\omega\end{aligned}$$

et elles ne diffèrent de ce qu'elles seraient si la fonction χ était constante que par la substitution de V-χ au potentiel V des forces appliquées à la masse du liquide. Mais la fonction χ n'est pas connue et il devient indispensable de modifier les calculs.

On déduit des formules (8) et de la dernière des équations (11)

$$p = \frac{\pi}{L^2 + M^2 + N^2} L + \frac{N\frac{d\chi}{dy} - M\frac{d\chi}{dz}}{2(L^2 + M^2 + N^2)}$$

$$q = \frac{\pi}{L^2 + M^2 + N^2} M + \frac{L\frac{d\chi}{dz} - N\frac{d\chi}{dx}}{2(L^2 + M^2 + N^2)} \tag{53}$$

$$r = \frac{\pi}{L^2 + M^2 + N^2} N + \frac{M\frac{d\chi}{dx} - L\frac{d\chi}{dy}}{2(L^2 + M^2 + N^2)}$$

Ces expressions qui se réduisent aux égalités (12) si l'on y suppose $\chi = \text{const}$, jouissent de la même propriété. Si l'on exprime par leur moyen que les composantes de vitesse vérifient l'équation (7) d'incompressibilité du liquide et les relations (1) qui servent à exprimer les composantes de la rotation élémentaire au moyen des quotients différentiels de p, q, r, on reproduit les équations (11). Car en opérant ainsi, il vient

$$L\frac{d\pi}{dx} + M\frac{d\pi}{dy} + N\frac{d\pi}{dz} + \left[X - \frac{d}{dx}(L^2 + M^2 + N^2)\right]p$$

$$+ \left[Y - \frac{d}{dy}(L^2 + M^2 + N^2)\right]q + \left[Z - \frac{d}{dz}(L^2 + M^2 + N^2)\right]r = o$$

$$\left(\frac{dN}{dy} - \frac{dM}{dz}\right)\pi + N\frac{d\pi}{dy} - M\frac{d\pi}{dz} + \left[M\left(\frac{dL}{dz} + \frac{dN}{dx}\right) - N\left(\frac{dM}{dx} + \frac{dL}{dy}\right)\right.$$

$$\left. - L\left(\frac{dN}{dy} - \frac{dM}{dz}\right)\right]p + \left(2N\frac{dL}{dx} - 2L\frac{dL}{dz} + \frac{d}{dz}(L^2 + M^2 + N^2)\right]q$$

$$+ \left(2L\frac{dL}{dy} - 2M\frac{dL}{dx} - \frac{d}{dy}(L^2 + M^2 + N^2)\right]r = o$$

$$\left(\frac{dL}{dz} - \frac{dN}{dx}\right)\pi + L\frac{d\pi}{dz} - N\frac{d\pi}{dx} + \left[2M\frac{dM}{dz} - 2N\frac{dM}{dy}\right.$$

$$\left. - \frac{d}{dz}(L^2 + M^2 + N^2)\right]p + \left[N\left(\frac{dM}{dx} + \frac{dL}{dy}\right) - L\left(\frac{dN}{dy} + \frac{dM}{dz}\right)\right.$$

$$\left. - M\left(\frac{dL}{dz} - \frac{dN}{dx}\right]q + \left(2L\frac{dM}{dy} - 2M\frac{dM}{dx} + \frac{d}{dx}(L^2 + M^2 + N^2)\right]r = o\right.$$

$$\left(\frac{dM}{dx}-\frac{dL}{dy}\right)\pi+M\frac{d\pi}{dx}-L\frac{d\pi}{dy}+\left[2M\frac{dN}{dz}-2N\frac{dN}{dy}+\frac{d}{dy}(L^2+M^2+N^2)\right]p+\left[2N\frac{dN}{dx}-2L\frac{dN}{dz}-\frac{d}{dx}(L^2+M^2+N^2)\right]q+\left[L\left(\frac{dN}{dy}+\frac{dM}{dz}\right)-M\left(\frac{dL}{dz}+\frac{dN}{dx}\right)-N\left(\frac{dM}{dx}-\frac{dL}{dy}\right)\right]r=o$$

et on s'assure aisément que ces relations ne sont que des combinaisons des trois premières équations (11).

Substituant dans ces équations les expressions (52) des composantes de vitesse, il vient

$$\frac{X+\frac{d}{dx}(L^2+M^2+N^2)}{L^2+M^2+N^2}\pi+\frac{2\frac{dL}{dx}\left(N\frac{d\gamma}{dy}-M\frac{d\gamma}{dz}\right)+\left(\frac{dM}{dx}+\frac{dL}{dy}\right)\left(L\frac{d\gamma}{dz}-N\frac{d\gamma}{dx}\right)+\left(\frac{dL}{dz}+\frac{dN}{dx}\right)\left(M\frac{d\gamma}{dx}-L\frac{d\gamma}{dy}\right)}{2(L^2+M^2+N^2)}=\frac{d\pi}{dx}$$

$$\frac{Y+\frac{d}{dy}(L^2+M^2+N^2)}{L^2+M^2+N^2}\pi+\frac{\left(\frac{dM}{dx}+\frac{dL}{dy}\right)\left(N\frac{d\gamma}{dy}-M\frac{d\gamma}{dz}\right)+2\frac{dM}{dy}\left(L\frac{d\gamma}{dz}-N\frac{d\gamma}{dx}\right)+\left(\frac{dN}{dy}+\frac{dM}{dz}\right)\left(M\frac{d\gamma}{dx}-L\frac{d\gamma}{dy}\right)}{2(L^2+M^2+N^2)}=\frac{d\pi}{dy} \quad (54)$$

$$\frac{Z+\frac{d}{dz}(L^2+M^2+N^2)}{L^2+M^2+N^2}\pi+\frac{\left(\frac{dL}{dz}+\frac{dN}{dx}\right)\left(N\frac{d\gamma}{dy}-M\frac{d\gamma}{dz}\right)+\left(\frac{dN}{dy}+\frac{dM}{dz}\right)\left(L\frac{d\gamma}{dz}-N\frac{d\gamma}{dx}\right)+2\frac{dN}{dz}\left(M\frac{d\gamma}{dx}-L\frac{d\gamma}{dy}\right)}{2(L^2+M^2+N^2)}=\frac{d\pi}{dz}$$

et si l'on pose pour simplifier

$$N\left(\frac{dM}{dx}+\frac{dL}{dy}\right)-M\left(\frac{dL}{dz}+\frac{dM}{dx}\right)=n_1$$

$$L\left(\frac{dN}{dy}+\frac{dM}{dz}\right)-N\left(\frac{dM}{dx}+\frac{dL}{dy}\right)=n_2$$

$$M\left(\frac{dL}{dz}+\frac{dN}{dx}\right)-L\left(\frac{dN}{dy}+\frac{dM}{dz}\right)=n_3$$

$$L\left(\frac{dL}{dz}+\frac{dN}{dx}\right)-2N\frac{dL}{dx}=u_3 \quad M\left(\frac{dM}{dx}+\frac{dL}{dy}-2L\frac{dM}{dy}\right)=v_1 \quad (55)$$

$$N\left(\frac{dN}{dy}+\frac{dM}{dz}\right)-2M\frac{dN}{dz}=w_2$$

$$L\left(\frac{dM}{dx}+\frac{dL}{dy}\right)-2M\frac{dL}{dx}=u_2 \quad M\left(\frac{dN}{dy}+\frac{dM}{dz}\right)-2N\frac{dM}{dy}=v_3$$

$$N\left(\frac{dL}{dz}+\frac{dN}{dx}\right)-2L\frac{dN}{dz}=w_1$$

On peut présenter ainsi ces mêmes relations :

$$2\left[X + \frac{d}{dx}(L^2 + M^2 + N^2)\right]\pi - 2(L^2 + M^2 + N^2)\frac{d\pi}{dx} = n_1\frac{d\chi}{dx} + u_3\frac{d\chi}{dy} - u_2\frac{d\chi}{dz}$$

$$2\left[Y + \frac{d}{dy}(L^2 + M^2 + N^2)\right]\pi - 2(L^2 + M^2 + N^2)\frac{d}{dy} \tag{56}$$

$$= -\varpi_3\frac{d\chi}{dx} + n_2\frac{d\chi}{dy} + \varpi_1\frac{d\chi}{dz}$$

$$2\left[Z + \frac{d}{dz}(L^2 + M^2 + N^2)\right]\pi - 2(L^2 + M^2 + N^2)\frac{d\pi}{dz} = \varpi_2\frac{d\chi}{dx} - \varpi_1\frac{d\chi}{dy} + n_3\frac{d\chi}{dz}$$

7. On peut éliminer de ces équations les trois quotients différentiels $\frac{d\chi}{dx}, \frac{d\chi}{dy}, \frac{d\chi}{dz}$ car il résulte des relations (55) les trois identités :

$$Ln_1 + Mu_3 - Nu_2 = o \qquad -L\varpi_3 + Mn_2 + N\varpi_1 = o \tag{57}$$

$$L\varpi_2 - M\varpi_1 + Nn_3 = o\,;$$

par conséquent le déterminant du système d'équations linéaires (56) est identiquement nul et ces équations seraient contradictoires si l'on n'avait

$$(n_2n_3 + \varpi_1\varpi_1)\left[\left(X + \frac{d}{dx}(L^2 + M^2 + N^2)\right)\pi - (L^2 + M^2 + N^2)\frac{d\pi}{dx}\right]$$

$$(58) + (\varpi_1u_2 - n_3u_3)\left[\left(Y + \frac{d}{dy}(L^2 + M^2 + N^2)\right)\pi - (L^2 + M^2 + N^2)\frac{d\pi}{dy}\right]$$

$$+ (u_3\varpi_1 + n_2u_2)\left[\left(Z + \frac{d}{dz}(L^2 + M^2 + N^2)\right)\pi - (L^2 + M^2 + N^2)\frac{d\pi}{dz}\right] = o$$

Telle est l'équation que l'on obtient, en éliminant les quotients différentiels de χ des trois équations (56). On a ainsi une équation aux dérivées partielles du premier ordre et linéaire, au moyen de laquelle on pourra déterminer la fonction π au moyen des valeurs connues de L, M, N et de leurs quotients différentiels. Après cette intégration, il y aura encore à chercher les trois premières dérivées

de χ et pour y arriver on a deux quelconques des équations (56) et l'équation

$$\text{(59)} \qquad \mathrm{L}\frac{d\chi}{dx} + \mathrm{M}\frac{d\chi}{dy} + \mathrm{N}\frac{d\chi}{dz} = o$$

qui résulte immédiatement des relations (8).

Il est aisé de s'assurer que le déterminant du système de ces trois équations linéaires n'est pas généralement nul. Ainsi on obtiendra des expressions finies pour ces dérivées et il sera facile d'en déduire les conditions de compatibilité analytique de ces équations et l'expression de la fonction dont on peut d'ailleurs se passer, car il n'entre dans les expressions (53) que les dérivées partielles du premier ordre de cette fonction.

On peut encore observer qu'en vertu des relations connues

$$\Delta^2 p + 2\left(\frac{d\mathrm{N}}{dy} - \frac{d\mathrm{M}}{dz}\right) = o \qquad \Delta^2 q + 2\left(\frac{d\mathrm{L}}{dz} - \frac{d\mathrm{N}}{dx}\right) = o$$

$$\Delta^2 r + 2\left(\frac{d\mathrm{M}}{dx} - \frac{d\mathrm{L}}{dy}\right) = o$$

On a :

$$p = \mathrm{P} + \omega_1 \qquad q = \mathrm{Q} + \omega_2 \qquad r = \mathrm{R} + \omega_3$$

où $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ désignent des fonctions potentielles et P, Q, R des quantités faciles à déterminer, on pourra donc au moyen des égalités (53) et de l'équation (59) faire entrer dans le calcul au lieu des quotients différentiels de X trois fonctions potentielles.

8. L'équation (58) est évidemment identique à celle qui résulte de l'élimination de μ, q, r des quatre équations (11). L'hypothèse $\Gamma = o$ y joue un rôle moins important que dans l'équation (17) du cas restreint d'abord examiné, mais elle fait disparaître π de la relation (15) qui devient

$$\Delta^2\chi + 4(\mathrm{L}^2 + \mathrm{M}^2 + \mathrm{N}^2) + \frac{\mathrm{X}\dfrac{d\chi}{dx} + \mathrm{Y}\dfrac{d\chi}{dy} + \mathrm{Z}\dfrac{d\chi}{dz}}{\mathrm{L}^2 + \mathrm{M}^2 + \mathrm{N}^2} = o$$

et à ce point de vue elle mérite encore d'être considérée. On peut alors intégrer facilement l'équation (58) ou, suivant l'observation qui vient d'être faite, celle qui résulte de l'élimination de p, μ, r des quatre équations (11).

La difficulté n'est d'ailleurs pas plus grande s'il s'agit des équations (9) un peu moins simples et c'est de celles-ci dont je vais m'occuper. Pour simplifier je pose

$$(60)\quad \begin{array}{lll} \dfrac{dL}{dt} - \dfrac{h}{\mu}\Delta^2 L = l & \dfrac{dM}{dt} - \dfrac{h}{\mu}\Delta^2 M = m & \dfrac{dN}{dt} - \dfrac{h}{\mu}\Delta^2 N = n \\ \dfrac{dN}{dy} + \dfrac{dM}{dz} = 2\xi & \dfrac{dL}{dz} + \dfrac{dN}{dx} = 2\eta & \dfrac{dM}{dx} + \dfrac{dL}{dy} = 2\zeta \end{array}$$

Si l'on désigne par K le déterminant symétrique

$$(61)\quad \begin{vmatrix} \dfrac{dL}{dx} & \zeta & \eta \\ \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots\cdots \\ \eta & \xi & \dfrac{dN}{dz} \end{vmatrix} = \frac{dL}{dx}\frac{dM}{dy}\frac{dN}{dz} - \xi^2\frac{dL}{dx} - \eta^2\frac{dM}{dy} - \zeta^2\frac{dN}{dz} + 2\xi\eta\zeta = K$$

il vient en résolvant par rapport à p, q, r les trois premières équations linéaires (9)

$$(62)\quad \begin{aligned} 2Kp &= \left(\frac{dM}{dy}\frac{dN}{dz} - \xi^2\right)\left(\frac{d\pi}{dx} - l\right) + \left(\xi\eta - \zeta\frac{dN}{dz}\right)\left(\frac{d\pi}{dy} - m\right) \\ &\quad + \left(\zeta\xi - \eta\frac{dM}{dy}\right)\left(\frac{d\pi}{dz} - n\right) \\ 2Kq &= \left(\xi\eta - \zeta\frac{dN}{dz}\right)\left(\frac{d\pi}{dx} - l\right) + \left(\frac{dN}{dz}\frac{dL}{dx} - \eta^2\right)\left(\frac{d\pi}{dy} - m\right) \\ &\quad + \left(\eta\zeta - \xi\frac{dL}{dx}\right)\left(\frac{d\pi}{dz} - n\right) \\ 2Kr &= \left(\zeta\xi - \eta\frac{dM}{dy}\right)\left(\frac{d\pi}{dx} - l\right) + \left(\eta\zeta - \xi\frac{dL}{dx}\right)\left(\frac{d\pi}{dy} - m\right) \\ &\quad + \left(\frac{dL}{dx}\frac{dM}{dy} - \zeta^2\right)\left(\frac{d\pi}{dz} - n\right) \end{aligned}$$

et en éliminant p, q, r au moyen de la dernière

$$(63)\quad \begin{aligned} &\left[L\left(\frac{dM}{dy}\frac{dN}{dz} - \xi^2\right) + M\left(\xi\eta - \zeta\frac{dN}{dz}\right) + N\left(\zeta\xi - \eta\frac{dM}{dy}\right)\right]\frac{d\pi}{dx} \\ &+\left[L\left(\xi\eta - \zeta\frac{dN}{dz}\right) + M\left(\frac{dN}{dz}\frac{dL}{dx} - \eta^2\right) + N\left(\eta\zeta - \xi\frac{dL}{dx}\right)\right]\frac{d\pi}{dy} = 2K\pi + \Sigma \\ &+\left[L\left(\zeta\xi - \eta\frac{dM}{dy}\right) + M\left(\eta\zeta - \xi\frac{dL}{dx}\right) + N\left(\frac{dL}{dx}\frac{dM}{dy} - \zeta^2\right)\right]\frac{d\pi}{dz} \end{aligned}$$

où l'on a

$$\left[\mathrm{L}\left(\frac{d\mathrm{M}}{dy}\,\frac{d\mathrm{N}}{dz}-\xi^{2}\right)+\mathrm{M}\left(\xi\eta-\zeta\frac{d\mathrm{N}}{dz}\right)+\mathrm{N}\left(\zeta\xi-\eta\frac{d\mathrm{M}}{dy}\right)\right]l$$

$$(64)\quad+\left[\mathrm{L}\left(\xi\eta-\zeta\frac{d\mathrm{N}}{dz}\right)+\mathrm{M}\left(\frac{d\mathrm{N}}{dz}\,\frac{d\mathrm{L}}{dx}-\eta^{2}\right)+\mathrm{N}\left(\eta\zeta-\xi\frac{d\mathrm{L}}{dx}\right)\right]m$$

$$+\left[\mathrm{L}\left(\zeta\xi-\eta\frac{d\mathrm{M}}{dy}\right)+\mathrm{M}\left(\eta\zeta-\xi\frac{d\mathrm{L}}{dx}\right)+\mathrm{N}\left(\frac{d\mathrm{L}}{dx}\,\frac{d\mathrm{M}}{dy}-\zeta^{2}\right)\right]n=\Sigma$$

A l'équation aux dérivées partielles (63) correspondent les équations différentielles simultanées

$$(65)\quad\frac{dx}{\begin{vmatrix}\mathrm{L} & \zeta & \eta\\ \cdots & \cdots & \cdots\\ \mathrm{N} & \xi & \dfrac{d\mathrm{N}}{dz}\end{vmatrix}}=\frac{dy}{\begin{vmatrix}\dfrac{d\mathrm{L}}{dx} & \mathrm{L} & \eta\\ \cdots & \cdots & \cdots\\ \eta & \mathrm{N} & \dfrac{d\mathrm{N}}{dz}\end{vmatrix}}=\frac{dz}{\begin{vmatrix}\dfrac{d\mathrm{L}}{dx} & \zeta & \mathrm{L}\\ \cdots & \cdots & \cdots\\ \eta & \xi & \mathrm{N}\end{vmatrix}}=\frac{d\pi}{2\mathrm{K}\pi+\Sigma}$$

dont l'intégration peut être entreprise comme il suit : J'ajoute terme à terme les trois premiers rapports après les avoir multipliés haut et bas respectivement par $\frac{df}{dx}$, $\frac{df}{dy}$, $\frac{df}{dz}$ en désignant par f une fonction de x, y, z et de t. On obtient ainsi

$$(66)\quad\frac{\dfrac{df}{dx}dx+\dfrac{df}{dy}dy+\dfrac{df}{dz}dz}{\begin{vmatrix}\dfrac{df}{dx} & \dfrac{d\mathrm{L}}{dx} & \zeta & \eta\\ \dfrac{df}{dy} & \zeta & \dfrac{d\mathrm{M}}{dy} & \xi\\ \dfrac{df}{dz} & \eta & \xi & \dfrac{d\mathrm{N}}{dz}\\ o & \mathrm{L} & \mathrm{M} & \mathrm{N}\end{vmatrix}}=\frac{d\pi}{2\mathrm{K}\pi+\Sigma}$$

Si la fonction f a été prise de manière à ce que le dénominateur du premier terme de cette égalité soit identiquement nul, il en devra être de même du numérateur et on aura pour intégrale des deux premières équations (65)

$$(67)\qquad f(x,y,z)=\text{const}$$

On peut obtenir ce résultat en posant

$$
\begin{aligned}
2\gamma\frac{df}{dx} &= 2\lambda\frac{dL}{dx} + \mu\left(\frac{dM}{dx} + \frac{dL}{dy}\right) + \nu\left(\frac{dL}{dz} + \frac{dM}{dx}\right)\\
2\gamma\frac{df}{dy} &= \lambda\left(\frac{dM}{dx} + \frac{dL}{dy}\right) + 2\mu\frac{dM}{dy} + \nu\left(\frac{dN}{dy} + \frac{dM}{dz}\right)\\
2\gamma\frac{df}{dz} &= \lambda\left(\frac{dL}{dz} + \frac{dN}{dx}\right) + \mu\left(\frac{dN}{dy} + \frac{dM}{dz}\right) + 2\nu\frac{dN}{dz}\\
\lambda L + \mu M + \nu N &= o
\end{aligned}
\tag{68}
$$

où les coefficients λ, μ, ν peuvent être fonctions de x, y, z et du temps t.

Si on fait la somme des trois premières égalités (68) après les avoir multipliées respectivement par λ, μ, ν il vient :

$$
\begin{aligned}
&2\gamma\left(\lambda\frac{df}{dx} + \mu\frac{df}{dy} + \nu\frac{df}{dz}\right)\\
&= \lambda\left[\lambda\frac{dL}{dx} + \mu\frac{dL}{dy} + \nu\frac{dL}{dz} + \lambda\frac{dL}{dx} + \mu\frac{dM}{dx} + \nu\frac{dN}{dx}\right]\\
&+ \mu\left[\lambda\frac{dM}{dx} + \mu\frac{dM}{dy} + \nu\frac{dM}{dz} + \lambda\frac{dL}{dy} + \mu\frac{dM}{dy} + \nu\frac{dN}{dy}\right]\\
&+ \nu\left[\lambda\frac{dN}{dx} + \mu\frac{dN}{dy} + \nu\frac{dN}{dz} + \lambda\frac{dL}{dz} + \mu\frac{dM}{dz} + \nu\frac{dN}{dz}\right]
\end{aligned}
\tag{69}
$$

D'ailleurs il résulte de la dernière des relations (68)

$$
\begin{aligned}
\lambda\frac{dL}{dx} + \mu\frac{dM}{dx} + \nu\frac{dN}{dx} &= -L\frac{d\lambda}{dx} - M\frac{d\mu}{dx} - N\frac{d\nu}{dx}\\
\lambda\frac{dL}{dy} + \mu\frac{dM}{dy} + \nu\frac{dN}{dy} &= -L\frac{d\lambda}{dy} - M\frac{d\mu}{dy} - N\frac{d\nu}{dy}\\
\lambda\frac{dL}{dz} + \mu\frac{dM}{dz} + \nu\frac{dN}{dz} &= -L\frac{d\lambda}{dz} - M\frac{d\mu}{dz} - N\frac{d\nu}{dz}
\end{aligned}
$$

et par suite

$$
\begin{aligned}
&\lambda\left(\lambda\frac{dL}{dx} + \mu\frac{dL}{dy} + \nu\frac{dL}{dz}\right) + \mu\left(\lambda\frac{dM}{dx} + \mu\frac{dM}{dy} + \nu\frac{dM}{dz}\right)\\
&+ \nu\left(\lambda\frac{dN}{dx} + \mu\frac{dN}{dy} + \nu\frac{dN}{dz}\right) = -L\left(\lambda\frac{d\lambda}{dx} + \mu\frac{d\lambda}{dy} + \nu\frac{d\lambda}{dz}\right)\\
&- M\left(\lambda\frac{d\mu}{dx} + \mu\frac{d\mu}{dy} + \nu\frac{d\mu}{dz}\right) - N\left(\lambda\frac{d\nu}{dx} + \mu\frac{d\nu}{dy} + \nu\frac{d\nu}{dz}\right)
\end{aligned}
$$

On aura donc comme conséquence de ces différentes relations

$$\begin{aligned}
&\nu\left(\lambda\frac{df}{dx}+\mu\frac{df}{dy}+\nu\frac{df}{dz}\right)=-\mathrm{L}\left(\lambda\frac{d\lambda}{dx}+\mu\frac{d\lambda}{dy}+\nu\frac{d\lambda}{dz}\right)\\
&-\mathrm{M}\left(\lambda\frac{d\mu}{dx}+\mu\frac{d\mu}{dy}+\nu\frac{d\mu}{dz}\right)-\mathrm{N}\left(\lambda\frac{d\nu}{dy}+\mu\frac{d\nu}{dy}+\nu\frac{d\nu}{dz}\right)
\end{aligned}\tag{70}$$

C'est une équation aux dérivées partielles du premier ordre et linéaire que devra vérifier la fonction $f(x, y, z)$.

9. Je suppose maintenant que l'on ait pour L, M, N les expressions (32), auquel cas la relation $\Gamma = o$ est identiquement satisfaite. Il en résulte

$$\frac{d\mathrm{L}}{dx}=\frac{da}{dx}\frac{d\mathrm{F}}{dx}+a\frac{d^2\mathrm{F}}{dx^2}\quad\frac{d\mathrm{M}}{dy}=\frac{da}{dy}\frac{d\mathrm{F}}{dy}+a\frac{d^2\mathrm{F}}{dy^2}\quad\frac{d\mathrm{N}}{dz}=\frac{da}{dz}\frac{d\mathrm{F}}{dz}+a\frac{d^2\mathrm{F}}{dz^2}$$

$$2\xi=\frac{da}{dy}\frac{d\mathrm{F}}{dz}+\frac{da}{dz}\frac{d\mathrm{F}}{dy}+2a\frac{d^2\mathrm{F}}{dy\,dz}\quad 2\eta=\frac{da}{dz}\frac{d\mathrm{F}}{dx}+\frac{da}{dx}\frac{d\mathrm{F}}{dz}+2a\frac{d^2\mathrm{F}}{dz\,dx}$$

$$2\zeta=\frac{da}{dx}\frac{d\mathrm{F}}{dy}+\frac{da}{dy}\frac{d\mathrm{F}}{dx}+2a\frac{d^2\mathrm{F}}{dx\,dy}$$

et on obtient aisément une première intégrale des deux premières équations différentielles (65). Car en multipliant haut et bas et respectivement les trois premiers rapports par $\frac{d\mathrm{L}}{dx}, \zeta, \eta$, puis par $\zeta, \frac{d\mathrm{M}}{dy}, \xi$ enfin par $n, \xi, \frac{\mathrm{dN}}{dz}$ et faisant après chacune des trois opérations la somme des produits, on obtient

$$\frac{\frac{d\mathrm{L}}{dx}dx+\zeta\,dy+\eta\,dz}{\mathrm{KL}}=\frac{\zeta\,dx+\frac{d\mathrm{M}}{dy}dy+\xi\,dz}{\mathrm{KM}}$$

$$=\frac{\eta\,dx+\xi\,dy+\frac{d\mathrm{N}}{dz}dz}{\mathrm{KN}}=\frac{d\pi}{2\mathrm{K}\pi+\Sigma}$$

système d'équation qui devient dans l'hypothèse adoptée

$$\frac{2a\,d\frac{dF}{dx}+\frac{da}{dx}dF+\frac{dF}{dx}da}{a\frac{dF}{dx}}=\frac{2a\,d\frac{dF}{dy}+\frac{da}{dy}dF+\frac{dF}{dy}da}{a\frac{dF}{dy}}$$

(71)

$$=\frac{2a\,d\frac{dF}{dz}+\frac{da}{dz}dF+\frac{dF}{dz}da}{a\frac{dF}{dz}}=\frac{2K\,d\pi}{2K\pi+\Sigma}$$

Or les trois premiers rapports se réduisent chacun à $\frac{da}{a}$ c'est-à-dire deviennent égaux si l'on y fait

$$dF=o \quad \text{d'où} \quad d\frac{dF}{dx}=o \qquad d\frac{dF}{dy}=o \qquad d\frac{dF}{dz}=o\ ;$$

donc

(72) $$F=\text{const}$$

est une intégrale des deux premières équations (71).

On peut encore observer que si l'on effectue la somme des trois premiers rapports (71) après les avoir multipliés haut et bas et respectivement par $\frac{dN}{dy}-\frac{dM}{dz}$, $\frac{dL}{dz}-\frac{dN}{dx}$, $\frac{dM}{dx}-\frac{dL}{dy}$ le dénominateur Γ du rapport ainsi formé sera identiquement nul et il devra en être de même du numérateur, c'est-à-dire on aura

$$2\left(\frac{dM}{dy}-\frac{dM}{dz}\right)dL+2\left(\frac{dL}{dz}-\frac{dN}{dx}\right)dM+2\left(\frac{dM}{dx}-\frac{dL}{dy}\right)dN=o$$

c'est-à-dire :

(73)
$$\left(\frac{da}{dy}\frac{dF}{dz}-\frac{da}{dz}\frac{dF}{dy}\right)d\frac{dF}{dx}+\left(\frac{da}{dz}\frac{dF}{dx}-\frac{da}{dx}\frac{dF}{dz}\right)d\frac{dF}{dy}$$
$$+\left(\frac{da}{dx}\frac{dF}{dy}-\frac{da}{dy}\frac{dF}{dx}-\frac{da}{dy}\frac{dF}{dx}\right)d\frac{dF}{dz}=o$$

et on y satisfait en posant

$$\frac{dF}{dx}dx+\frac{dF}{dy}dy+\frac{dF}{dz}dz=o$$

c'est-à-dire comme plus haut $F=\text{const}$.

10. Pour obtenir une deuxième intégrale des mêmes équations différentielles, je fais :

$$(74)\qquad \lambda = \frac{dF}{dy} \qquad \mu = -\frac{dF}{dx} \qquad \nu = o$$

dans les relations (68) et elles deviennent

$$2\gamma\frac{df}{dx} = 2\frac{dF}{dy}\left(\frac{da}{dx}\frac{dF}{dx} + a\frac{d^2F}{dx^2}\right) - \frac{dF}{dx}\left(\frac{da}{dx}\frac{dF}{dy} + \frac{da}{dy}\frac{dF}{dx} + 2a\frac{d^2F}{dx\,dy}\right)$$

$$= 2a\left(\frac{d^2F}{dx^2}\frac{dF}{dy} - \frac{d^2F}{dx\,dy}\frac{dF}{dx}\right) + \frac{dF}{dx}\left(\frac{da}{dx}\frac{dF}{dy} - \frac{da}{dy}\frac{dF}{dx}\right)$$

$$2\gamma\frac{df}{dy} = \frac{dF}{dy}\left(\frac{da}{dx}\frac{dF}{dy} + \frac{da}{dy}\frac{dF}{dx} + 2a\frac{d^2F}{dx\,dy}\right) - 2\frac{dF}{dx}\left(\frac{da}{dx}\frac{dF}{dy} + a\frac{d^2F}{dy^2}\right)$$

$$(75)\qquad = 2a\left(\frac{d^2F}{dx\,dy}\frac{dF}{dy} - \frac{d^2F}{dy^2}\frac{dF}{dx}\right) + \frac{dF}{dy}\left(\frac{da}{dx}\frac{dF}{dy} - \frac{da}{dy}\frac{dF}{dx}\right)$$

$$2\gamma\frac{df}{dz} = \frac{dF}{dy}\left(\frac{da}{dz}\frac{dF}{dx} + \frac{da}{dx}\frac{dF}{dz} + 2a\frac{d^2F}{dz\,dx}\right)$$

$$-\frac{dF}{dx}\left(\frac{da}{dy}\frac{dF}{dz} + \frac{da}{dz}\frac{dF}{dy} + 2a\frac{d^2F}{dy\,dz}\right) = 2a\left(\frac{d^2F}{dz\,dx}\frac{dF}{dy} - \frac{d^2F}{dy\,dz}\frac{dF}{dx}\right)$$

$$+\frac{dF}{dz}\left(\frac{da}{dx}\frac{dF}{dy} - \frac{da}{dy}\frac{dF}{dx}\right)$$

Mais on connaît déjà pour les deux premières équations (65) la solution

$$(76)\qquad F(x, y, z) = g \quad \text{d'où } z = \chi(x, y, g)$$

où y désigne une constante arbitraire et il en résulte :

$$(77)\qquad \frac{dF}{dx} + \frac{dF}{dz}\frac{dz}{dx} = o \qquad \frac{dF}{dy} + \frac{dF}{dz}\frac{dz}{dy} = o$$

Si donc on multiplie la dernière des équations (75) par $\frac{dz}{dx}$ et qu'on l'ajoute membre à membre à la première; puis qu'on opère de même en la multipliant par $\frac{dz}{dy}$ et l'ajoutant à la seconde des équations (75) il vient :

$$(78)\qquad \begin{aligned} 2\gamma\frac{df}{dx} &= 2a\left(\frac{dF}{dy}\frac{d}{dx}\frac{dF}{dy} - \frac{dF}{dx}\frac{d}{dx}\frac{dF}{dy}\right) \\ 2\gamma\frac{df}{dy} &= 2a\left(\frac{dF}{dy}\frac{d}{dx}\frac{dF}{dx} - \frac{dF}{dx}\frac{d}{dx}\frac{dF}{dy}\right) \end{aligned}$$

où la lettre d indique la différentiation effectuée comme si la fonction

ne dépendait que de x et y. De ces deux égalités résultent encore les suivantes :

$$\gamma\frac{df}{dx} = a\left[\frac{dF}{dx}\frac{d}{dx}\left(\frac{dF}{dz}\frac{dz}{dy}\right) - \frac{dF}{dy}\frac{d}{dx}\left(\frac{dF}{dz}\frac{dz}{dx}\right)\right.$$
$$= a\frac{dF^2}{dz}\left(\frac{d^2z}{dx^2}\frac{dz}{dy} - \frac{d^2z}{dx\,dy}\frac{dz}{dx}\right)$$

(79)
$$\gamma\frac{df}{dy} = a\left[\frac{dF}{dx}\frac{d}{dy}\left(\frac{dF}{dz}\frac{dz}{dy}\right) - \frac{dF}{dy}\frac{d}{dy}\left(\frac{dF}{dz}\frac{dz}{dx}\right)\right.$$
$$= a\frac{dF^2}{dz}\left(\frac{d^2z}{dx\,dy}\frac{dz}{dy} - \frac{d^2z}{dy^2}\frac{dz}{dx}\right)$$

où il n'y a d'autre substitution de l'expression (76) de z à effectuer que dans a et $\frac{dF}{dz}$; on peut d'ailleurs prendre immédiatement pour γ et f des fonctions de x et y.

Soit pour simplifier

(80)
$$\alpha = \frac{\gamma}{a\frac{dF^2}{dz}}$$

les équations (79) deviennent

(81)
$$\alpha\frac{df}{dx} = \frac{d^2z}{dx^2}\frac{dz}{dy} - \frac{d^2z}{dx\,dy}\frac{dz}{dx} \qquad \alpha\frac{df}{dy} = \frac{d^2z}{dx\,dy}\frac{dz}{dy} - \frac{d^2z}{dy^2}\frac{dz}{dx}$$

et il en résulte :

(82)
$$\frac{d\alpha}{dx}\frac{df}{dy} - \frac{d\alpha}{dy}\frac{df}{dx} = 2\left(\frac{d^2z^2}{dx\,dy} - \frac{d^2z}{dx^2}\frac{d^2z}{dy^2}\right)$$

d'où en éliminant les quotients différentiels de f

(83)
$$\frac{d\alpha}{dx}\left(\frac{d^2z}{dx\,dy}\frac{dz}{dy} - \frac{d^2z}{dy^2}\frac{dz}{dx}\right) - \frac{d\alpha}{dy}\left(\frac{d^2z}{dx^2}\frac{dz}{dy} - \frac{d^2z}{dx\,dy}\frac{dz}{dx}\right)$$
$$= 2\alpha\left(\frac{d^2z^2}{dx\,dy} - \frac{d^2z}{dx^2}\frac{d^2z}{dy^2}\right)$$

équation aux dérivées partielles du premier ordre dont l'intégration donnera pour α une expression qui permettra de déduire f des relations (79).

Pour intégrer l'équation (83) on a les équations différentielles simultanées

$$\frac{dx}{\frac{d^2z}{dy^2}\frac{dz}{dx} - \frac{d^2z}{dx\,dy}\frac{dz}{dy}} = \frac{dy}{\frac{d^2z}{dx^2}\frac{dz}{dy} - \frac{d^2z}{dx\,dy}\frac{dz}{dx}} = \frac{d\varpi}{2\varpi\left(\frac{d^2z}{dx^2}\frac{d^2z}{dy^2} - \frac{d^2z^2}{dx\,dy}\right)} \tag{84}$$

et on voit immédiatement que la première a pour intégrale l'égalité

$$\frac{dz}{dx} - h\frac{dz}{dy} = o \tag{85}$$

d'où $$\left(\frac{d^2z}{dx^2} - h\frac{d^2z}{dx\,dy}\right)dx + \left(\frac{d^2z}{dx\,dy} - h\frac{d^2z}{dy^2}\right)dy = o$$

en désignant par h une constante. Car il en résulte :

$$\left(\frac{d^2z}{dx^2} - h\frac{d^2z}{dx\,dy}\right)\left(\frac{d^2z}{dy^2}\frac{dz}{dx} - \frac{d^2z}{dx\,dy}\frac{dz}{dy}\right) + \left(\frac{d^2z}{dx\,dy} - h\frac{d^2z}{dy^2}\right)$$
$$\left(\frac{d^2z}{dx^2}\frac{dz}{dy} - \frac{d^2z}{dx\,dy}\frac{dz}{dx}\right) = \left(\frac{d^2z}{dx^2}\frac{d^2z}{dy^2} - \frac{d^2z_2}{dx\,dy}\right)\left(\frac{dz}{dx} - h\frac{dz}{dy}\right) = o$$

c'est-à-dire une identité d'après l'égalité (85). On n'aura donc plus qu'à déterminer ϖ au moyen de l'équation

$$\frac{d\varpi}{\varpi} = \frac{2\left(\frac{d^2z}{dx^2}\frac{d^2z}{dy^2} - \frac{d^2z_2}{dx\,dy}\right)}{\frac{dz}{dx}\left(h\frac{d^2z}{dy^2} - \frac{d^2z}{dx\,dy}\right)}dx \tag{86}$$

dont le second membre ne contiendra d'autre variable que x lorsqu'on aura substitué à y son expression en fonction de x et de h tirée de l'égalité (85). Connaissant aussi ϖ on déduira f des deux équations (81) et dans son expression entreront les constantes g et h. Si on les remplace par leurs expressions en x, y, z tirées des égalités (76) et (85), on aura pour seconde intégrale des équations (71)

$$f = \mathrm{G} \tag{87}$$

et comme la dernière de ces équations est linéaire par rapport à π on obtiendra aisément la troisième de leurs intégrales qui est nécessaire et suffisante pour former l'expression définitive de π.

Il résulte de ce qui précède que lorsqu'on aura des valeurs convenables de a et $F(x, y, z)$ qui devront ainsi vérifier l'équation différentielle :

$$a\Delta^2 F + \frac{da}{dx}\frac{dF}{dx} + \frac{da}{dy}\frac{dF}{dy} + \frac{da}{dz}\frac{dF}{dz} = o \tag{88}$$

l'intégration de l'équation aux dérivées partielles (63) ne présentera d'autres difficultés que des éliminations de variable et des quadratures.

Dans le cas particulier dont il s'agit ici, on a $\Sigma = o$ et le dernier des rapports (71) se réduit à $\frac{d\pi}{\pi}$, par suite la détermination de π en fonction des constantes g, G et d'une des variables x, y, z se fera par une simple quadrature.

On peut aussi conclure des explications données aux N^os^ 6 et 7 relativement aux expressions (53) des composantes de vitesse, que lorsqu'on aura introduit dans le calcul des valeurs convenables des composantes de la rotation élémentaire, il n'y aura pas d'autre difficulté pour l'achever, que d'intégrer l'équation aux dérivées partielles du premier ordre et linéaire (63). C'est un résultat important et qu'il me paraît utile de rapprocher des explications données par Kirchhoff (20^e^ Leçon sur la Physique Mathématique) pour démontrer d'abord que p, q, r sont entièrement déterminées lorsque L, M, N sont connues et pour spécifier ensuite de quelle manière dépendent les unes des autres ces grandeurs d'ordres différents.

M. LAISANT

Docteur ès sciences, répétiteur à l'Ecole Polytechnique, à Paris.

UNE REMARQUE SUR L'INTERPOLATION [A5b]

— Séance du 6 août 1897 —

J'ai déjà publié sur ce sujet un assez grand nombre de notes, dont plusieurs dans nos Congrès de l'*Association française*. Le but principal de celle-ci est d'indiquer une remarque que j'ai communiquée verbalement à la *Société mathématique de France*, mais qui n'a pas été reproduite dans le Bulletin, car je ne l'avais accompagnée d'aucun texte manuscrit.

1. Je rappelle d'abord qu'une formule d'interpolation quelconque (il y en a une infinité) nous ayant donné une fonction $y = f(x)$ qui prend les valeurs $y_1, y_2, \ldots y_n$ pour les valeurs $x_1, x_2, \ldots x_n$ de la variable, il est possible, et avantageux en même temps, de se servir de ce résultat pour trouver une nouvelle fonction qui prenne les mêmes valeurs pour les mêmes valeurs de la variable, et qui, *de plus*, prenne la valeur y_{n+1} donnée pour la valeur x_{n+1} de la variable. Il suffit, pour cela, de former la fonction

$$y + (x - x_1)(x - x_2)\ldots(x - x_n)\,k$$

et de déterminer k par la relation

$$f'(x_{n+1}) + (x_{n+1} - x_1)(x_{n+1} - x_2)\ldots(x_{n+1} - x_n)\,k = y_{n+1}.$$

La nouvelle fonction

$$f(x) + \frac{(x - x_1)(x - x_2)\ldots(x_{n+1} - x_n)}{(x_{n+1})(x_{n+1} - x_2)\ldots(x_{n+1} - x_n)}\left((y_{n+1}) - f(x_{n+1})\right)$$

satisfera bien évidemment aux conditions requises.

Mais il est bien certain qu'en agissant ainsi, on altère en général, d'une façon complète, les valeurs des dérivées de la fonction pour les valeurs $x_1, x_2, \ldots x_n$ de la variable. Or, s'il s'agit d'un phénomène naturel, par exemple, dont on voudrait trouver la représentation mathématique, il peut arriver que la fonction $f(x)$ satisfasse complètement aux faits observés, et que les valeurs de sa dérivée s'y prêtent également. Il y a donc un véritable intérêt à résoudre le problème que voici :

$y = f(x)$ étant la fonction ci-dessus définie, trouver une nouvelle fonction qui prenne les mêmes valeurs que $f(x)$, et dont la dérivée prenne les mêmes valeurs que $f'(x)$, pour les valeurs $x_1, x_2, \ldots x_n$ de la variable, et qui, de plus, prenne la valeur y_{n+1} pour $x = x_{n+1}$.

Posons

$$F(x) = f(x) + (x - x_1)^2 (x - x_2)^2 \ldots (x - x_n)^2 . k,$$

et déterminons k par la condition

$$y_{n+1} = f(x_{n+1}) + (x_{n+1} - x_1)^2 (x_{n+1} - x_2)^2 \ldots (x_{n+1} - x_n)^2 k,$$

ou

$$k = \frac{y_{n+1} - f(x_{n+1})}{(x_{n+1} - x_1)^2 (x_{n+1} - x_2)^2 \ldots (x_{n+1} - x_n)^2}$$

Alors $$F(x) = f(x) + \left[\frac{(x-x_1)(x-x_2)\ldots\ldots(x-x_n)}{(x_{n+1}-x_1)(x_{n+1}-x_2)\ldots\ldots(x_{n+1}-x_n)}\right]^2 [y_{n+1} - f(x_{n+1})]$$

et la fonction $F(x)$ satisfera aux conditions demandées, car on aura

$$F(x) = f(x), \text{ et } F'(x) = f'(x) \text{ pour } x = x_1, x = x_2, \ldots x = x_n,$$

et en outre $F(x_{n+1}) = y_{n+1}$.

On voit immédiatement comment cette formation pourrait s'étendre aux dérivées d'ordres supérieurs. Traduit en langage géométrique, le problème que nous venons de résoudre peut s'énoncer ainsi :

Une courbe donnée passant par n *points* $M_1, M_2, \ldots M_n$, *trouver une nouvelle courbe qui passe par les mêmes points, qui en ces points ait mêmes tangentes, et qui, en outre, passe par un nouveau point* M_{n+1}

En l'étendant aux dérivées secondes, on ajouterait la condition que la nouvelle courbe, en plus des conditions précédentes, doit avoir en $M_1, M_2, \ldots M_n$ les mêmes rayons de courbure que la courbe donnée.

Il est possible, sans compliquer beaucoup la solution, d'assujettir la nouvelle fonction à d'autres conditions encore. Supposons, par exemple, qu'elle doive, pour $x = x_{n+1}$, prendre la valeur y_{n+1} et que la dérivée doive prendre la valeur donnée y'_{n+1}. Cela revient à dire que la nouvelle courbe, passant en M_{n+1} doit avoir, en ce point, une tangente donnée. Nous écrirons

$$\Phi(x) = f(x) + (x-x_1)^2 (x-x_2)^2 \ldots (x-x_n)^2 (\alpha x + \beta),$$
$$\Phi(x) - f(x) = (x-x_1)^2 (x-x_2)^2 \ldots (x-x_n)^2 (\alpha x + \beta).$$

De là

$$\frac{\Phi'(x) - f'(x)}{\Phi(x) - f(x)} = \frac{2}{x-x_1} \times \frac{2}{x-x_2} + \ldots + \frac{2}{x-x_n} + \frac{\alpha}{\alpha x + \beta}$$

Faisons maintenant $x = x_{n+1}$. Nous devrons avoir

$$\alpha x_{n+1} + \beta = \frac{y_{n+1} - f(x_{n+1})}{(x_{n+1}-x_1)^2 (x_{n+1}-x_2)^2 \ldots (x_{n+1}-x_n)^2}$$

et

$$\frac{\alpha}{\alpha x_{n+1} \beta} =$$

$$\frac{y'_{n+1} - f'(x_{n+1})}{y_{n+1} - f(x_{n+1})} - \frac{2}{x_{n+1}-x_1} - \frac{2}{x_{n+1}-x_2} - \ldots - \frac{2}{x_{n+1}-x_n}$$

et ces deux relations nous fourniront les valeurs de α, β à substituer dans l'expression de la fonction $\Phi(x)$.

2. Comme exemple de ce procédé d'interpolation successive, sans altération des résultats déjà obtenus, proposons-nous de trouver une fonction qui prenne les valeurs 0, 1, 2, 3 et dont la dérivée prenne les mêmes valeurs, pour les valeurs 0, 1, 2. 3 de la variable.

On satisfait évidemment aux premières conditions celles qui concernent $x = 0$ en écrivant $y = x^2$. Formons maintenant la fonction

$$f_1(x) = x^2 + x^2(\alpha x + \beta)$$

dont la dérivée est

$$2x + 2x(\alpha x + \beta) + x^2 \alpha.$$

Pour $x = 1$, cela nous donne les conditions

$$\alpha + \beta + 1 = 1, \quad \alpha + 2(\alpha + \beta) + 2 = 1, \text{ c'est-à-dire } \alpha = -1, \beta = 1.$$

De là, nous tirons $2x^2 - x^3$ pour la fonction répondant aux conditions relatives à $x = 0$, $x = 1$. Formons

$$f_2(x) = 2x^2 - x^3 + x^2(x-1)^2(\alpha' x + \beta')$$

$$f_2(x) + x^3 - 2x^2 = x^2(x-1)^2(\alpha' x + \beta'),$$

$$\frac{f_2'(x) + 3x^2 - 4x}{f_2(x) + x^3 - 2x^2} = \frac{2}{x} + \frac{2}{x-1} + \frac{\alpha'}{\alpha' x + \beta'},$$

et pour $x = 2$, il vient

$$2 = 4(2\alpha' + \beta'), \quad 2\alpha' + \beta' = \frac{1}{2}$$

$$\frac{2+4}{2} = 1 + 2 + \frac{\alpha'}{1} = 0, \quad \alpha' = 0, \quad \beta' = \frac{1}{2}$$

$$f_2(x) = 2x^2 - x^3 + \frac{1}{2}x^2(x-1)^2 = \frac{1}{2}x^4 - 2x^3 + \frac{5}{2}x^2.$$

Enfin

$$f_3(x) = \frac{1}{2}x^4 - 2x^3 + \frac{5}{2}x^2 + x^2(x-1)^2(x-2)^2(\alpha'' x + \beta''),$$

$$f_3(x) - \frac{1}{2}x^4 + 2x^3 - \frac{5}{2}x^2 = x^2(x-1)^2(x-2)^2(\alpha'' x + \beta''),$$

$$\frac{f_3'(x) - 2x^3 + 6x^2 - 5x}{f_3(x) - \frac{1}{2}x^4 + 2x^3 - \frac{5}{2}x^2} = \frac{2}{x} + \frac{2}{x-1} + \frac{2}{x-2} + \frac{\alpha''}{\alpha'' x + \beta''}$$

Pour $x=3$, nous avons

$$3-\frac{81}{2}+54-\frac{45}{2}=36\,(3\,\alpha''+\beta''),\qquad 3\,\alpha''+\beta''=-\frac{1}{6},$$

$$\frac{3-54+54-15}{3-\frac{81}{2}+54-\frac{45}{2}}=2=\frac{2}{3}+1+2+\frac{\alpha''}{-\frac{1}{6}},\quad \alpha''=\frac{5}{18},\quad \beta''=-1;$$

$$f_3(x)=\frac{1}{2}x^4-2x^3+\frac{5}{2}x^2+x^2(x-1)^2(x-2)^2\left(\frac{5x-18}{18}\right)$$

est la fonction demandée.

3. Remarquons enfin que si une fonction $y=f(x)$ prend des valeurs déterminées, ainsi que ses $p-1$ premières dérivées, pour les valeurs $x_1, x_2, \ldots x_n$ de la variable, il en sera de même de la nouvelle fonction

$$f(x)+(x-x_1)^p(x-x_2)^p\ldots\ldots(x-x_n)^p\,\varphi(x),$$

$\varphi(x)$ étant une fonction assujettie simplement à ne jamais devenir infinie pour aucune des valeurs $x_1, x_2, \ldots x_n$ de la variable, et ses dérivées successives $\varphi'(x), \ldots \varphi^{(p-1)}(x)$ devant satisfaire à la même condition.

M. Elie PERRIN

Professeur à l'Ecole J.-B. Say, à Paris.

PRÉLIMINAIRES D'UNE GÉOMÉTRIE DU TRIANGLE [K 6 a]

— Séance du 6 août 1897. —

1. Je me propose, dans cette communication, de faire connaître une des dernières idées de Lucas. Quelques jours avant le Congrès de Marseille, Lucas, dont la santé s'altérait déjà, m'avait prié de l'aider dans la rédaction d'une « Géométrie du Triangle » qu'il avait l'intention de faire paraître dans le courant de l'année suivante. Il

attachait une importance toute particulière à une extension de la définition des coordonnées linéaires et trilinéaires qui devait servir de base à l'exposition de cette géométrie.

C'est pour rendre hommage à la mémoire de notre regretté collègue, de mon vénéré maître, Edouard Lucas, que je reproduis ici cette extension de définition et quelques conséquences qui montrent l'heureux usage que l'on peut en faire.

2. *Définition des coordonnées linéaires du point.* — Soient dans un plan un axe OX, un point de comparaison U et un point quelconque P ; menons par les points U et P des segments parallèles quelconques aboutissant en U_1 et P_1 à l'axe OX. On appelle *ordonnée* du point P par rapport à l'axe OX et au point de comparaison U, le rapport de PP_1 à UU_1, ce rapport étant compté positivement si les deux segments parallèles sont de même sens, négativement dans le cas contraire.

Il résulte de là que 1° le lieu des points du plan ayant une ordonnée déterminée est une parallèle à l'axe OX ; 2° le rapport de deux segments parallèles quelconques issus de deux points P, Q, aboutissant en P_1, Q_1 à l'axe OX est égal au rapport des ordonnées de P et de Q ; 3° l'ordonnée d'un point P par rapport à un point de comparaison V est égale à son ordonnée par rapport à un point de comparaison U multiplié par l'ordonnée de U par rapport au point de comparaison V.

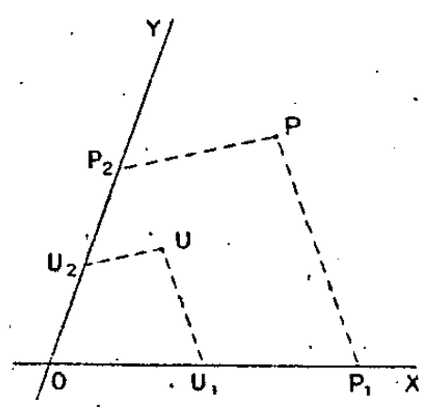


FIG. 1.

Un point dans le plan se trouve donc défini par ses ordonnées par rapport à deux axes non parallèles et un point de comparaison U.

L'ensemble de ces deux ordonnées constitue les *coordonnées* du point.

Ainsi, les coordonnées de P par rapport aux deux axes OX, OY et au point de comparaison U, sont : $x = \frac{PP_1}{UU_1}$, $y = \frac{PP_2}{UU_2}$.

Il est évident que si l'on place le point U au sommet du losange construit sur les deux axes, ayant pour côté l'unité, et si en même temps on intervertit X et Y, x et y deviennent les coordonnées cartésiennes du point P.

3. La définition de l'ordonnée d'un point s'étend d'elle-même à l'espace et l'on voit qu'un point est défini par ses coordonnées par rapport à trois plans (plans coordonnés) passant par un même point (origine) et à un point de comparaison.

4. *Equation d'une droite passant par l'origine.* — Considérons un point quelconque M, de coordonnées x, y, pris sur la droite définie par l'origine O et le point P, de coordonnées p, q, par rapport au point de comparaison U.

On a d'après une remarque précédente :

$$\frac{MO}{PO} = \frac{x}{p} \quad \text{(par rapport à OX)},$$

$$\frac{MO}{PO} = \frac{y}{q} \quad \text{(par rapport à OY)},$$

d'où $\frac{x}{p} = \frac{y}{q}$, et $x = ky$ en posant $\frac{p}{q} = k$.

k joue le rôle de coefficient angulaire.

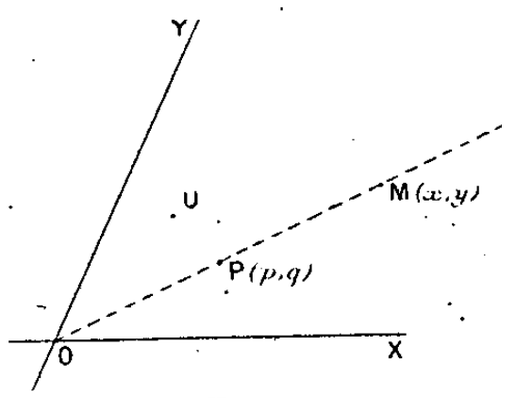


FIG. 2.

La droite prend toutes les positions possibles lorsque k varie de $-\infty$ à $+\infty$. Elle se confond avec l'axe des x pour $k = 0$, avec OU pour $k = 1$, avec l'axe des y pour $k = \pm\infty$.

REMARQUE. — Si les coordonnées du point P dans l'espace par rapport à trois plans et à un point de comparaison sont p, q, r, on aura pour équations de la droite OP : $\frac{x}{p} = \frac{y}{q} = \frac{z}{r}$.

5. *Interprétation du coefficient angulaire.* — Considérons deux axes coordonnés OX, OY, un point de comparaison U et une droite OM de coefficient angulaire k.

Une sécante quelconque menée par le point U rencontre OX en A, OY en B, et OM en P, de coordonnées x et y.

On a :

$$k = \frac{x}{y} = \frac{\frac{PA}{UA}}{\frac{PB}{UB}} = (PUAB).$$

Le coefficient angulaire k est donc le rapport anharmonique de la division déterminée par les quatre droites OP, OU, OA, OB sur une transversale quelconque passant par U et par suite sur une transversale absolument quelconque.

On démontre ainsi la projectivité du rapport anharmonique d'une division.

La construction d'une droite de coefficient angulaire k est basée sur cette propriété.

6. *Faisceau harmonique.* — Si l'on considère deux axes coordonnés OX, OY et deux droites OP, OQ, de coefficients angulaires k et k' on obtient un faisceau de quatre droites dont le rapport anharmonique est $\frac{k}{k'}$. Pour que le faisceau soit harmonique, il faut que l'on ait $k + k' = 0$. La conjuguée harmonique d'une droite OU a donc pour équation $x + y = 0$; elle passe par le point $x = 1$, $y = -1$, et l'on retrouve pour l'obtenir la construction connue.

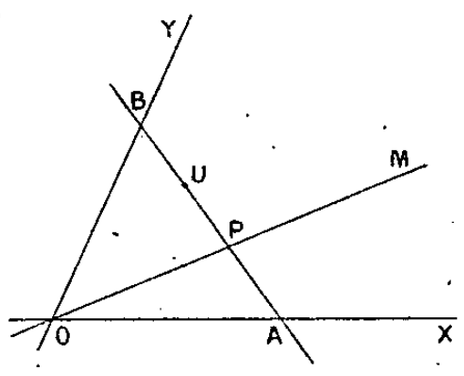


Fig. 3.

7. *Relation entre le coefficient angulaire d'une droite et le rapport de section déterminé sur une transversale.* — Examinons d'abord le cas où la droite passe par le point de comparaison. Soient deux axes OX, OY, une transversale rencontrant OX en B, et OY en A et M le point d'intersection de OU avec BA. Désignons par a l'ordonnée de A par rapport à OX, par b celle de B par rapport à OY, et par λ la valeur commune des ordonnées de M par rapport aux axes.

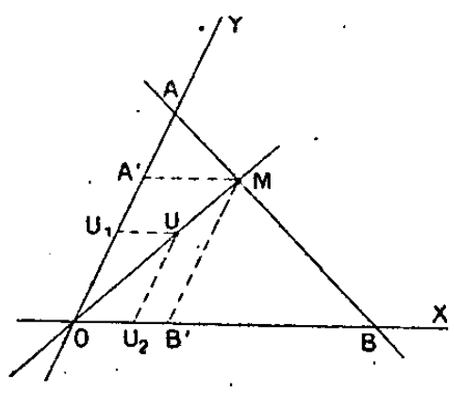


Fig. 4.

On a :

$$\frac{MA}{BA} = \frac{\lambda}{b}, \quad \frac{MB}{AB} = \frac{\lambda}{a},$$

d'où

$$\frac{AM}{MB} = \frac{a}{b}.$$

Si le point U est choisi de façon que l'on retrouve les coordonnées cartésiennes, on obtient le théorème de la bissectrice intérieure d'un triangle.

La démonstration géométrique est bien simple : en menant M A', M B', parallèles aux axes coordonnés, ainsi que UU_1, UU_2, on a :

$$\frac{AM}{AB} = \frac{A'M}{OB} \text{ et } \frac{MB}{AB} = \frac{B'M}{OA},$$

d'où $$\frac{AM}{MB} = \frac{A'M}{B'M} \times \frac{OA}{OB} = \frac{OA}{OB} \times \frac{UU_1}{UU_2} = \frac{a}{b}.$$

On peut tirer de là

$$\frac{AM}{MB} : \frac{OA}{OB} = \frac{UU_1}{UU_2},$$

d'où le théorème suivant : *Si l'on considère deux droites* OX, OY *et une transversale quelconque* AB, *une troisième droite fixe* OZ *détermine sur cette transversale deux segments dont le rapport divisé par* $\frac{OA}{OB}$ *est constant.*

Ce théorème qui figure dans les « Théorèmes et Problèmes » de Catalan (Livre III, Th. XII, p. 95) et dont la démonstration précédente est remarquablement simple pourrait être avantageusement introduit dans les cours de géométrie ; il peut servir dans la théorie de la symédiane et des droites isogonales et aussi dans la détermination des points qui partagent un segment dans le rapport $\left(\frac{a}{b}\right)^m$.

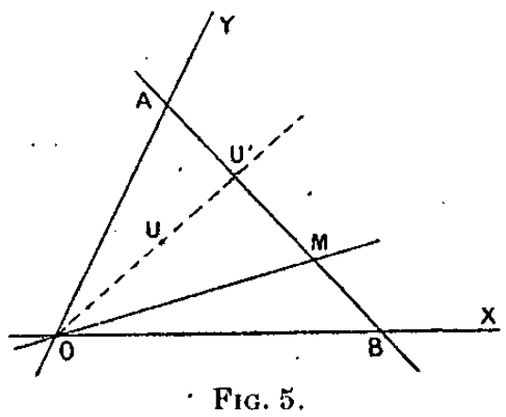


FIG. 5.

Supposons maintenant la droite OM quelconque. Désignant par k son coefficient angulaire et par U' le point d'intersection de OU avec AB, on a :

$$k = (MU'BA), \text{ d'où } \frac{AM}{MB} \times k = \frac{a}{b}, \text{ car } \frac{AU'}{U'B} = \frac{a}{b}.$$

Si $\frac{AM}{MB} = 1$, $k = \frac{a}{b}$. La droite OM passe donc par le point $x = a$, $y = b$, c'est-à-dire par le sommet du parallélogramme construit sur OA et sur OB.

Si $\frac{AM}{MB} = \frac{a}{b}$, $k = 1$; on retrouve la droite OU.

Si $\frac{AM}{MB} = \frac{a^2}{b^2}$, $k = \frac{b}{a}$; la médiane et la droite qui partage AB dans le rapport $\frac{a^2}{b^2}$ ont des coefficients angulaires inverses l'un de l'autre.

8. PROBLÈME. — *Connaissant les coordonnées barycentriques d'un point* M *de* AB, *trouver celles de la perspective* M′ *de ce point sur un segment* A′B′ *qui serait la perspective du segment* AB.

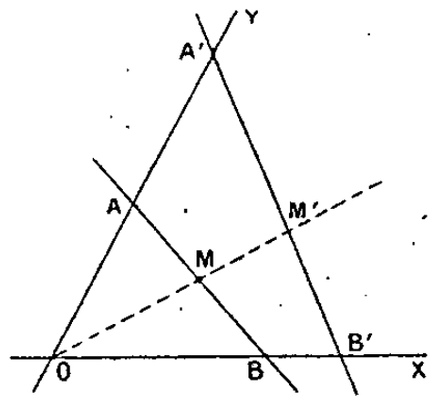


FIG. 6.

Soient α, β, les coordonnées barycentriques de M ; α', β' celles de M′ ; a, a' les ordonnées de A, A′ par rapport à l'axe OX et b, b' celles de B, B′ par rapport à l'axe OY, le point de comparaison étant pris sur OM. Désignons par λ la valeur commune des coordonnées de M et par λ' celles des coordonnées de M′ ; on a :

$$\frac{MB}{AB} = \alpha = \frac{\lambda}{a}, \text{ d'où } a\alpha = \lambda ;$$

$$\frac{MA}{BA} = \beta = \frac{\lambda}{b}, \text{ d'où } b\beta = \lambda.$$

On tire de là $$a\alpha = b\beta = \lambda.$$

De même $$a'\alpha' = b'\beta' = \lambda'$$

d'où $$\frac{\alpha'}{\alpha\dfrac{a}{a'}} = \frac{\beta'}{\beta\dfrac{b}{b'}} = \frac{\lambda'}{\lambda},$$

et $$\frac{\alpha'}{\alpha\dfrac{OA}{OA'}} = \frac{\beta'}{\dfrac{OB}{OB'}} = \frac{OM'}{OM}.$$

Les coordonnées barycentriques de M′ sont proportionnelles à celles de M respectivement multipliées par les rapports $\frac{OA}{OA'}, \frac{OB}{OB'}$.

On établirait d'une façon identique que *si deux triangles* ABC, A′B′C′ *sont perspectifs, les coordonnées barycentriques d'un point* M′ *de* A′B′C′ *sont proportionnelles aux coordonnées barycentriques du point* M *de* ABC *dont il est la perspective, respectivement multipliées par les rapports* $\frac{OA}{OA'}, \frac{OB}{OB'}, \frac{OC}{OC'}$.

On obtient ainsi, très simplement, les résultats donnés par M. Laisant dans un article « *Sur la perspective d'une figure plane* ». (J. M. E. 1891, p. 151.)

9. *Droites inverses.* — On appelle droites inverses par rapport à deux axes coordonnés OX, OY, deux droites telles que le coefficient angulaire de l'une soit l'inverse de celui de l'autre.

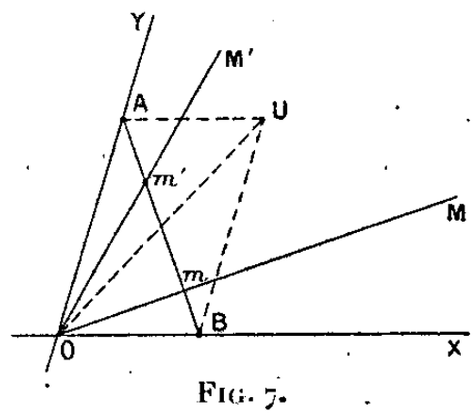


FIG. 7.

Une droite étant donnée, il est facile de construire son inverse.

Soit la droite OM. Menons par le point de comparaison U les parallèles UA, UB aux axes OX, OY. OU rencontre AB en son milieu ; soit m le point d'intersection de OM avec AB et m' le symétrique de m par rapport au milieu de AB. Le coefficient angulaire de OM est évidemment égal à $\frac{Bm}{mA}$; celui de OM' déterminée par m' est $\frac{Bm'}{m'A}$ inverse du précédent. OM' est donc l'inverse de OM.

Si le point de comparaison est situé sur la bissectrice de l'angle O, les deux droites inverses sont symétriques par rapport à cette bissectrice ; on dit qu'elles sont isogonales.

On déduit de là le théorème suivant :

Entre les coordonnées (x, y), (x', y') *de deux points pris sur deux droites inverses, on a la relation* $xx' = yy'$.

En particulier, *les distances aux deux axes de deux points pris sur deux droites isogonales sont inversement proportionnelles.*

10. *Relation entre les rapports de section déterminés sur une transversale par deux droites inverses.* — Considérons deux axes coordonnés OX, OY, deux droites inverses OM, OM' et une transversale AB ; soient k et $\frac{1}{k}$ les coefficients angulaires de ces deux droites et a, b, les ordonnées de A et B. On a :

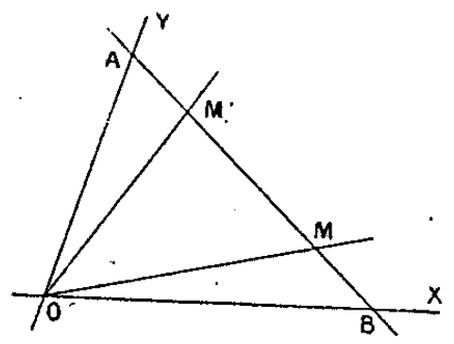


FIG. 8.

$$\frac{AM}{MB} \times k = \frac{a}{b}; \quad \frac{AM'}{M'B} \times \frac{1}{k} = \frac{a}{b};$$

d'où en multipliant membre à membre :

$$\frac{AM}{MB} \times \frac{AM'}{M'B} = \frac{a^2}{b^2}.$$

COROLLAIRE. — L'inverse d'une médiane partage la base du triangle dans le rapport $\frac{a^2}{b^2}$, en désignant par a et b les ordonnées des extrémités de la base par rapport aux côtés respectivement opposés, le point de comparaison étant quelconque.

Plus particulièrement, en prenant le point de comparaison sur la bissectrice de l'angle d'un triangle, *la symédiane partage le côté où elle aboutit en segments proportionnels aux carrés des côtés adjacents*.

11. *Droites isotomiques. Relation entre les coefficients angulaires de deux droites isotomiques.* — Considérons deux axes coordonnés OX, OY et deux points M, M_1 sur la transversale AB, symétriques par rapport à son milieu. Soient k, k_1 les coefficients angulaires des droites isotomiques OM, OM_1 ; on a, en désignant par a, b les ordonnées des points A, B :

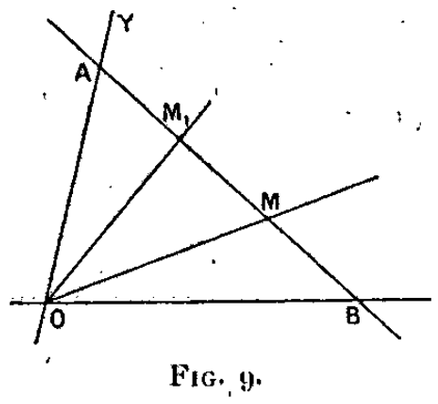


FIG. 9.

$$\frac{AM}{MB} \times k = \frac{a}{b}, \quad \frac{AM_1}{M_1B} \times k_1 = \frac{a}{b},$$

d'où,
$$kk_1 = \frac{a^2}{b^2}, \quad \text{car } \frac{AM}{MB} \times \frac{AM_1}{M_1B} = 1.$$

12. PROBLÈME. — *Etant donnés deux axes* OX, OY, *et une transversale* AB, *on considère une droite* OM, *son inverse* OM' *et l'isotomique* OM'_1, *de* OM', *par rapport à* AB ; *trouver les relations qui existent* : 1° *entre les rapports de section déterminés par* M *et* M'_1 *sur* AB ; 2° *entre les coefficients angulaires de* OM *et de* OM'_1.

1° On a, en désignant par a, b les ordonnées de A, B par rapport à OX, OY :

$$\frac{AM'_1}{M'_1B} \times \frac{AM'}{M'B} = 1, \quad \frac{AM'}{M'B} \times \frac{AM}{MB} = \frac{a^2}{b^2},$$

d'où, en divisant membre à membre :

$$\frac{AM'_1}{M'_1B} : \frac{AM}{MB} = \frac{b^2}{a^2}, \text{ ou } \frac{AM'_1}{M'_1B} = \frac{AM}{MB} \times \frac{b^2}{a^2}.$$

2° Désignant par k, k', k'_1, les coefficients angulaires de OM, OM', OM'$_1$, on a, de même :

$$k \times k' = 1 \text{ et } k' \times k'_1 = \frac{a^2}{b^2}$$

d'où $$k : k'_1 = \frac{b^2}{a^2} \text{ et } k'_1 = k \times \frac{a^2}{b^2}.$$

Les constructions de l'énoncé permettent donc de multiplier un rapport par $\frac{b^2}{a^2}$, ou un coefficient angulaire par $\frac{a^2}{b^2}$.

Si l'on effectue de proche en proche les constructions précédentes k fois, on obtiendra un point M'$_k$ qui partagera le segment AB dans un rapport $\frac{AM'_k}{M'_kB}$ égal à $\frac{AM}{MB} \times \left(\frac{b^2}{a^2}\right)^k$.

Il est évident que si l'on effectue les constructions dans l'ordre inverse, on multipliera le rapport initial par $\frac{a^2}{b^2}$, et si l'on opère k fois cette construction inverse, on aura multiplié le rapport initial par $\left(\frac{a^2}{b^2}\right)^k$

ÉQUATION DE LA DROITE

13. *Condition pour que trois points soient en ligne droite.* — On sait que si trois points P$_1$, P$_2$, P$_3$, sont sur une droite, un point quelconque I pris sur cette droite est tel que l'on a :

$$IP_1 \cdot P_2P_3 + IP_2 \cdot P_3P_1 + IP_3 \cdot P_1P_2 = 0.$$

Considérons un axe X'X et un point de comparaison U, soit I l'intersection avec cet axe d'une droite contenant les points P$_1$, P$_2$, P$_3$, d'ordonnées x_1, x_2, x_3 et soient P$_1$Q$_1$, P$_2$Q$_2$, P$_3$Q$_3$ des segments parallèles issus de P$_1$P$_2$P$_3$ aboutissant à l'axe X'X. Les ordonnées x_1, x_2, x_3 étant respectivement proportionnelles à ces segments sont proportionnelles à IP$_1$, IP$_2$, IP$_3$. La relation précédente peut donc s'écrire

$$x_1 \cdot P_2P_3 + x_2 \cdot P_3P_1 + x_3 \cdot P_1P_2 = 0,$$

dans laquelle $$P_2P_3 + P_3P_1 + P_1P_2 = 0.$$

Réciproquement, si les coordonnées de trois points (x_1, y_1), (x_2, y_2),

(x_3, y_3) par rapport à deux axes non parallèles vérifient les équations

$$\begin{aligned} l_1 x_1 + l_2 x_2 + l_3 x_3 &= 0, \\ l_1 y_1 + l_2 y_2 + l_3 y_3 &= 0, \\ l_1 + l_2 + l_3 &= 0, \end{aligned}$$

ces trois points sont en ligne droite.

On en déduit la condition qui s'exprime au moyen d'un déterminant bien connu.

Si le point P_3 représente un point courant de la droite, de coordonnées (x, y), la condition précédente devient l'équation de la droite passant par deux points (x_1, y_1), (x_2, y_2) :

$$\begin{vmatrix} x & y & 1 \\ x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \end{vmatrix} = 0 \quad \text{ou} \quad \frac{y - y_1}{x - x_1} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}.$$

Si les deux points sont sur les axes, et si leurs coordonnées sont $(a, 0)$, $(0, b)$, l'équation devient

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} - 1 = 0.$$

Ces équations étant identiques à celles que fournissent les coordonnées cartésiennes, il n'y a pas lieu d'insister sur les considérations relatives à l'intersection de droites, à l'équation générale des droites passant par le point d'intersection de deux autres, à la condition pour que trois droites soient concourantes, à l'équation qui représente un faisceau de droites.

On exprimera aussi de la même façon les coordonnées courantes d'un point d'une droite en fonction de la distance à un point pris sur cette droite et de ses paramètres directeurs.

On pourra déduire de là les formules relatives aux transformations de coordonnées, à l'homothétie, au barycentre, à l'expression du rapport anharmonique d'un faisceau de quatre droites, à celle du rapport des distances de deux points à une droite ; on établira aussi les propriétés des polaires, celles des systèmes de trois droites et des triangles homologiques.

COORDONNÉES TRILINÉAIRES

14. *Définition.* — Considérons troix axes X, Y, Z définissant un triangle et un point fixe de comparaison U. L'ensemble des ordonnées d'un point M par rapport à ces trois axes et au point de comparaison U constitue les coordonnées trilinéaires du point M.

Les axes X, Y, Z sont appelés *axes de référence*, et le triangle qu'ils définissent s'appelle *triangle de référence*.

Lorsque l'axe Z s'éloigne indéfiniment, l'ordonnée correspondante d'un point du plan est l'unité s'il est à distance finie, et o s'il est à l'infini. On retrouve les coordonnées du point par rapport aux deux axes X et Y.

15. *Relation entre les coordonnées trilinéaires d'un point.* – Soit ABC le triangle de référence déterminé par les axes X, Y, Z respectivement opposés aux sommets A, B, C. Considérons un point M, de coordonnées p, q, r. Soient a, b, c les ordonnées de A, B, C par rapport à X, Y, Z. Menons AM, BM, CM jusqu'à leur rencontre avec les côtés opposés en A′, B′, C′,

On a :

$$\frac{MA'}{AA'} + \frac{MB'}{BB'} + \frac{MC'}{CC'} = 1,$$

d'où

$$\frac{p}{a} + \frac{q}{b} + \frac{r}{c} = 1,$$

qui est la relation cherchée.

Si le point M se confond avec le point U dont les coordonnées sont 1, 1, 1, on a :

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} = 1$$

qui est la relation entre les ordonnées de A, B, C par rapport aux axes opposés.

Si l'on prend n axes de référence, il existe $n - 2$ relations entre les coordonnées d'un point. Les équations des droites restent du premier degré, mais prennent des formes diverses fort utiles dans l'étude des figures polygonales.

16. *Théorème de Jean Ceva.* — On peut déterminer un point M de coordonnées p, q, r, en construisant les droites AM, BM, CM dont les coefficients angulaires respectifs sont $\frac{p}{q}$, $\frac{q}{r}$, $\frac{r}{p}$. Ces coefficients

angulaires ne changent pas si l'on se donne des coordonnées proportionnelles à p, q, r. Ces nombres proportionnels s'appellent alors *coordonnées trilinéaires relatives* du point M ; par opposition les coordonnées considérées précédemment portent le nom de *coordonnées trilinéaires absolues.*

Si trois droites issues des sommets du triangle de référence concourent en un point de coordonnées trilinéaires relatives p', q', r', le produit des coefficients angulaires de ces droites est égal à 1, et réciproquement. Or, si l'on considère les rapports de section déterminés par ces droites sur les côtés du triangle de référence, on a (n° 7) :

$$\frac{AC'}{C'B} \times \frac{p'}{q'} = \frac{a}{b}$$

$$\frac{BA'}{A'C} \times \frac{q'}{r'} = \frac{b}{c}$$

$$\frac{CB'}{B'A} \times \frac{r'}{p'} = \frac{c}{a}$$

d'où en faisant le produit :

$$\frac{AC'}{C'B} \times \frac{BA'}{A'C} \times \frac{CB'}{B'A} = 1.$$

La réciproque est vraie, et l'on a le théorème de Ceva.

17. *Coordonnées normales ; coordonnées barycentriques.* — Si le point de comparaison U est le centre du cercle inscrit dans le triangle de référence, les coordonnées trilinéaires absolues d'un point sont proportionnelles aux distances de ce point aux trois axes. Ces distances sont alors les coordonnées trilinéaires relatives du point considéré. Dans ce cas particulier, les coordonnées du point sont appelées *coordonnées normales*. Les ordonnées des sommets du triangle de référence sont alors les quotients des hauteurs correspondantes par le rayon du cercle inscrit.

On trouve ainsi la relation connue :

$$\frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_2} + \frac{1}{h_3} = \frac{1}{r}.$$

Si d_1, d_2, d_3 sont les distances d'un point de l'intérieur du triangle aux trois axes,

on a : $$\frac{d_1}{h_1} + \frac{d_2}{h_2} + \frac{d_3}{h_3} = 1.$$

Si le point de comparaison U est le point de rencontre des média-

nes du triangle de référence, il est évident que les ordonnées des sommets du triangle de référence sont égales à $\frac{1}{3}$. Les coordonnées d'un point de l'intérieur du triangle sont proportionnelles aux aires des triangles ayant même sommet en ce point et pour bases respectives les côtés du triangle de référence. Ces aires sont donc les coordonnées trilinéaires relatives du point considéré. Dans ce cas particulier les coordonnées du point sont appelées *coordonnées barycentriques*.

18. D'une façon générale, si les ordonnées des sommets d'un triangle de référence sont proportionnelles à des nombres a, b, c, le point de comparaison qui définit le système des coordonnées est le centre des distances proportionnelles des trois sommets A, B, C, respectivement affectés des coefficients $\frac{1}{a}, \frac{1}{b}, \frac{1}{c}$.

Si les trois droites qui joignent les sommets A, B, C, du triangle de référence au point de comparaison déterminent sur les côtés opposés parcourus dans un même sens de rotation des rapports de section respectivement égaux à $\frac{\beta}{\gamma}, \frac{\gamma}{\alpha}, \frac{\alpha}{\beta}$, (formes qui peuvent toujours s'obtenir puisque le produit de ces rapports doit être égal à 1), les ordonnées des sommets du triangle sont respectivement proportionnelles à α, β, γ.

Les trois droites qui joignent les sommets d'un triangle à un point de coordonnées p, q, r, déterminent sur les côtés opposés (parcourus dans le sens ABC) des rapports de section respectivement égaux à $\frac{b}{c}: \frac{q}{r}, \frac{c}{a}: \frac{r}{p}, \frac{a}{b}: \frac{p}{q}$.

Si les droites qui joignent les sommets A, B, C, d'un triangle de référence à un point P déterminent sur les côtés opposés des rapports de section $\frac{\beta}{\gamma}, \frac{\gamma}{\alpha}, \frac{\alpha}{\beta}$, ce point P a des coordonnées respectivement proportionnelles à $\frac{a}{\alpha}, \frac{b}{\beta}, \frac{c}{\gamma}$.

En particulier, quel que soit le système de coordonnées considéré, les coordonnées du centre de gravité d'un triangle sont respectivement proportionnelles aux ordonnées des trois sommets. Dans le système de coordonnées normales, elles sont inversement proportionnelles aux trois côtés du triangle.

19. *Points inverses*. — Etant donnés un triangle ABC et trois droites AP, BP, CP, si on construit les inverses de ces droites par rapport aux côtés du triangle qui les comprennent, on obtient trois nouvelles droites concourant en un point P′ qui est appelé l'*inverse* du point P.

Il y a évidemment réciprocité entre deux points inverses P et P′.

Les coordonnées du point P′ inverse de P sont les inverses de celles de P.

Les coordonnées relatives du centre de gravité d'un triangle étant a, b, c, celles de son inverse sont $\frac{1}{a}, \frac{1}{b}, \frac{1}{c}$. Dans le cas particulier des coordonnées normales elles sont proportionnelles aux côtés du triangle ; le point considéré, inverse du centre de gravité, est le point de rencontre des symédianes du triangle. On l'appelle *point de Lemoine*.

20. Problème. — *Trouver dans l'intérieur d'un triangle de référence un point tel que la somme des carrés de ses coordonnées soit minima.*

Soient a, b, c les ordonnées des sommets A, B, C, x, y, z les coordonnées absolues du point cherché.

On a :
$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} + \frac{z}{c} = 1.$$

L'identité de Lagrange devient :

$$\left(x^2 + y^2 + z^2\right)\left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{1}{c^2}\right) = 1 + \left(\frac{x}{b} - \frac{y}{a}\right)^2 + \left(\frac{y}{c} - \frac{z}{b}\right)^2 + \left(\frac{z}{a} - \frac{x}{c}\right)^2$$

et montre que le minimum cherché a lieu lorsque

$$\frac{x}{b} - \frac{y}{a} = 0, \quad \frac{y}{c} - \frac{z}{b} = 0, \quad \frac{z}{a} - \frac{x}{c} = 0,$$

d'où
$$ax = by = cz.$$

Les coordonnées du point cherché sont donc proportionnelles aux inverses de a, b, c et par suite ce point est l'inverse du centre de gravité du triangle.

Cette propriété est une extension de celle qui concerne le point de Lemoine.

Il est alors facile de *déterminer le point tel que la somme des carrés de ses distances aux trois côtés d'un triangle, respectivement divisés par* p^2, q^2, r^2 *soit minima.*

On construit à l'intérieur du triangle un point dont les distances aux trois axes X, Y, Z sont proportionnelles aux nombres p, q, r ; c'est le point de comparaison U du triangle. On construit ensuite l'inverse du centre de gravité du triangle ét l'on a le point cherché.

21. *Points réciproques.* — Etant donnés un triangle ABC et trois droites AP, BP, CP, si l'on construit les conjuguées isotomiques de ces droites par rapport aux trois côtés du triangle, on obtient trois droites concourant en un point P, qui est appelé le *réciproque* du point P. Ce nom provient de la réciprocité qui existe entre ces deux points.

Il est facile de voir que si les coordonnées d'un point P sont p, q, r, celles de son réciproque P, sont $\frac{a^2}{p}, \frac{b^2}{q}, \frac{c^2}{r}$.

L'inverse P', de ce réciproque aurait pour coordonnées $\frac{p}{a^2}, \frac{q}{b^2}, \frac{r}{c^2}$.

On obtiendrait, en opérant k fois de la même façon, un point dont les coordonnées seraient

$$\frac{p}{(a^2)^k}, \frac{q}{(b^2)^k}, \frac{r}{(c^2)^k}.$$

Si le point de comparaison U est choisi au centre de gravité du triangle de référence (coordonnées barycentriques), on voit que l'inverse et le réciproque d'un point P se confondent.

Ces courtes considérations sur les points inverses et les points réciproques montrent l'usage que l'on peut faire de l'extension donnée par Lucas aux coordonnées trilinéaires, et permettent de prévoir l'avantage que l'on pourra en tirer dans la rédaction d'une géométrie du triangle.

22. *Equation de droite.* — Etant donnés un triangle de référence ABC et une transversale rencontrant les axes X, Y, Z, en des points A', B', C', un point M quelconque pris sur cette transversale est tel que l'on a :

$$MA' \times B'C' + MB' \times C'A' + MC' \times A'B' = 0,$$

d'où l'on tire $lx + my + nz = 0$, en désignant par x, y, z les coordonnées du point M et par l, m, n des coefficients déterminés.

Il est facile de voir que les points A', B', C' sont situés sur les droites $my + nz = 0$, $nz + lx = 0$, $lx + my = 0$.

Il en résulte que le produit des coefficients angulaires des droites AA', BB', CC', est égal à -1.

Si l'on se sert des relations entre les coefficients angulaires de ces droites et les rapports de section qu'elles déterminent sur les côtés du triangle, on peut obtenir le *théorème de Menelaüs*.

23. *Homographie.* — Si l'on considère dans un même plan ou dans deux plans différents deux systèmes quelconques de coordonnées trilinéaires avec point de comparaison, et si l'on construit dans ces deux systèmes le point ayant les mêmes coordonnées, on forme en faisant varier les coordonnées de ces points deux *systèmes homographiques*.

Il résulte immédiatement de là que deux figures homographiques d'une troisième sont homographiques entre elles.

A quatre points en ligne droite d'une figure correspondent quatre points en ligne droite ayant le même rapport anharmonique.

A quatre droites concourantes, correspondent quatre droites concourantes ayant même rapport anharmonique.

Le rapport des distances de deux points à deux droites est invariable dans la transformation homographique.

On en déduit immédiatement les formules de transformation des figures homographiques dans un même plan.

COORDONNÉES TRIPONCTUELLES

24. *Coordonnées pluckériennes.* — La position d'une droite AB par rapport à deux axes de référence OX, OY et à un point de comparaison U est déterminée lorsqu'on connaît les ordonnées des points d'intersection A et B de cette droite avec les axes OY, OX. Posons

$$u = -\frac{UU_1}{AO}, \quad v = -\frac{UU_2}{BO}.$$

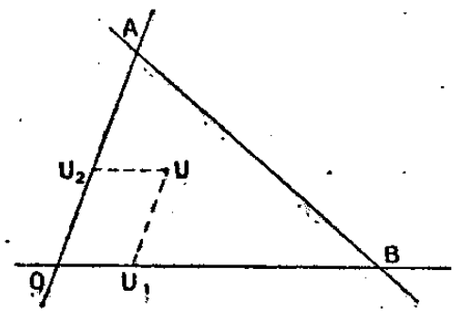


FIG. 10.

Les quantités u, v s'appellent les coordonnées pluckériennes de la droite.

L'équation $$au + bv + c = 0$$

représente un point dont les coordonnées linéaires sont données par

$$\frac{x}{a} = \frac{y}{b} = \frac{1}{c}.$$

Si P_1 et P_2 représentent les premiers membres des équations de deux points, on trouve les coordonnées de la droite qui les joint en résolvant les deux équations par rapport à u et à v.

L'équation $$\lambda_1 P_1 + \lambda_2 P_2 = 0$$

représente tous les points situés sur la droite joignant les deux points donnés.

Pour que trois points soient en ligne droite, il faut et il suffit que le déterminant des coefficients de leurs équations soit nul.

25. *Coordonnées triponctuelles*. — Considérons d'abord un point de référence U, et une droite de comparaison fixe Δ ; on appelle *ordonnée ponctuelle* d'une droite D quelconque dans le plan, le quotient u des rapports des distances de ce point U et d'un point P du plan à la droite D et à la droite Δ :

$$u = \frac{UU_2}{UU_1} : \frac{PP_2}{PP_1}$$

u est égal au rapport anharmonique du faisceau formé par les droites D, Δ et les droites qui joignent leur point d'intersection aux points U et P.

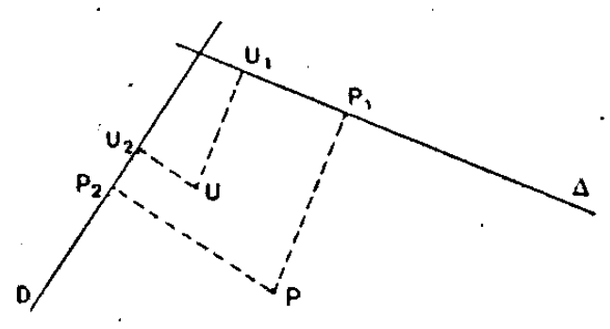


FIG. 11.

L'ensemble des *ordonnées triponctuelles* de la droite D par rapport à trois points de référence U, V, W, et à une droite de comparaison Δ, constitue les *coordonnées triponctuelles* de la droite D. Si l'on ne tient pas compte de la position du point P, ce qui revient à définir la droite D au moyen de trois coordonnées proportionnelles à u, v, w, on a un système de *coordonnées triponctuelles relatives*.

Le rapport $\frac{u}{v}$ est égal au rapport anharmonique du faisceau formé par D, Δ et les droites qui joignent leur point d'intersection aux points U et V.

Lorsque le rapport $\frac{u}{v}$ ne change pas, la droite D tourne autour d'un point de la droite UV. Lorsque la droite Δ s'éloigne à l'infini, le rapport $\frac{u}{v}$ est égal au rapport de section suivant lequel la droite

D divise UV, et l'on peut considérer les coordonnées comme proportionnelles aux distances des points U, V, W à la droite.

26. *Corrélation.* — Considérons dans un même plan ou dans deux plans différents un système trilinéaire avec point de comparaison et un système triponctuel avec droite de comparaison ; construisons dans le premier système le point dont les coordonnées sont proportionnelles à x, y, z et dans le second, la droite dont les coordonnées u, v, w, sont proportionnelles à x, y, z. On dit que le point et la droite sont en corrélation ; en opérant pour divers points, on forme les figures corrélatives.

A quatre points en ligne droite de l'une des figures correspondent dans l'autre figure des droites concourantes dont le rapport anharmonique est le même.

Le rapport des distances de deux points à deux droites est égal au rapport des distances des deux droites aux deux points correspondants de la seconde figure.

M. le Capitaine E.-N. BARISIEN

En mission militaire à l'Ambassade de France, à Constantinople.

ÉTUDE D'UN TRIANGLE REMARQUABLE (*)

— *Séance du 6 août 1897* —

Le triangle qui fait l'objet de cette étude est celui dans lequel *une des hauteurs augmentée du côté opposé est égale à la somme des deux autres côtés.*

I

Avant d'étudier directement les propriétés d'un tel triangle, nous allons former la figure suivante :

Soient : $B''C''$ un diamètre fixe d'un cercle de centre O et de

(*) Cette note a été rédigée sur les conseils de M. G. de Longchamps, qui prévoyait que ce triangle devait jouir de propriétés intéressantes.

Les correspondants qui trouveraient d'autres propriétés concernant ce triangle pourront les adresser soit à M. G. de Longchamps, soit à l'auteur, à Constantinople, à l'Ambassade de France.

Ces propriétés feront l'objet d'un article complémentaire.

rayon R; A′ un point variable du diamètre B″C″. On décrit sur A′C″ et A′B″ comme diamètres des cercles. Soit A le centre d'un cercle Σ tangent à la fois aux trois cercles de diamètres B″C″, A′C″ et A′B″. Ce cercle Σ touche le cercle B″C″ en A″, le cercle A′C″ en B′ et le cercle A′B″ en C′.

Considérons le triangle ABC. Désignons par :

H le pied de la hauteur issue de A, de longueur h;
a, b, c les côtés de ce triangle;
r le rayon du cercle inscrit de centre I;
r_a, r_b, r_c et I_a, I_b, I_c les rayons et les centres des cercles exinscrits;
R_1 le rayon du cercle circonscrit;
R le rayon du cercle B″C″;
ρ_A le rayon du cercle Σ;
ρ_B et ρ_C les rayons des cercles de diamètre A′B″ et A′C″.

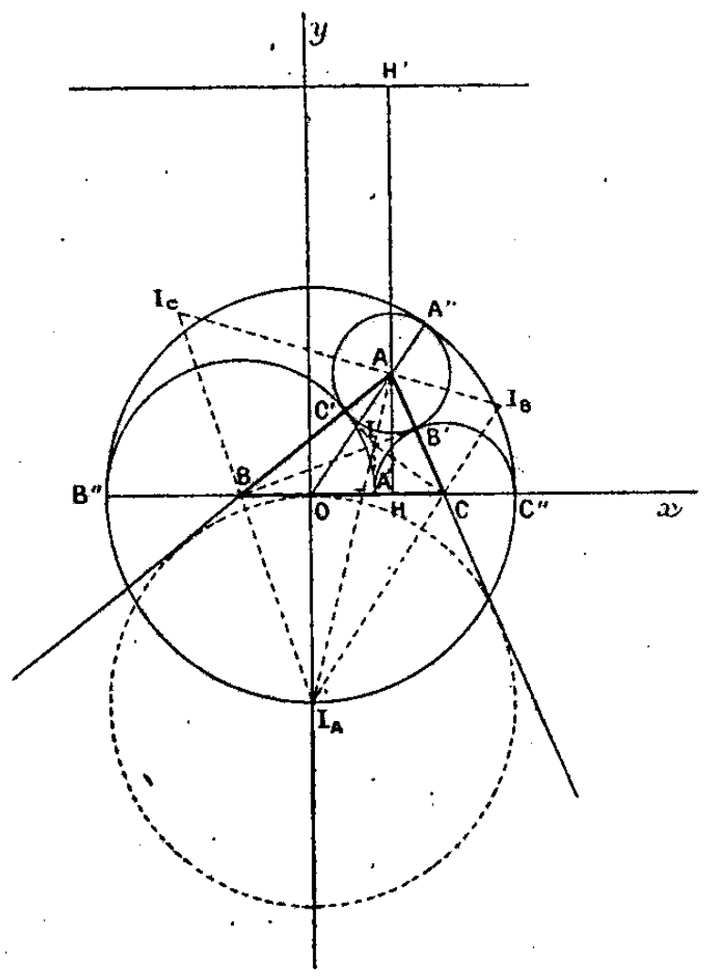


FIG. 1.

Les points A′, B′, C′ sont les points de contact du cercle inscrit au triangle ABC avec les côtés de ce triangle. Le centre I de ce cercle est aussi le centre radical des trois cercles Σ, A′B″ et A′C″.

Nous allons exposer diverses relations entre les éléments de ce triangle ABC, parmi lesquelles nous verrons que la *hauteur* AH *augmentée du côté* BC *est égale à la somme des autres côtés* AB *et* AC.

Relation donnant le rayon ρ_A *du cercle* Σ *en fonction des rayons* ρ_B, ρ_C *et* R. — On a, dans chacun des triangles AOB et AOC

$$\overline{AB}^2 = \overline{AO}^2 + \overline{OB}^2 - 2\,AO.\,OB\cos AOB$$

$$\overline{AC}^2 = \overline{AO}^2 + \overline{OC}^2 + 2\,AO.\,OC\cos AOB$$

En multipliant la première relation par OC, la seconde par OB, et, ajoutant, on a

$$\overline{AB}^2.\,OC + \overline{AC}^2.\,OB = \overline{AO}^2.\,BC + OB.\,OC.\,BC$$

Or,

$$AB = \rho_A + \rho_B \quad AC = \rho_A + \rho_C \quad OC = \rho_B \quad OB = \rho_C$$
$$BC = R \quad AO = R - \rho_A$$

Donc

$$(\rho_A + \rho_B)^2 \rho_B + (\rho_A + \rho_C)^2 \rho_C = R\,[(R - \rho_A)^2 + \rho_B \rho_C]$$

En développant cette relation et remarquant que $R = \rho_B + \rho_C$, le terme en ρ_A^2 disparaît et on trouve

$$\rho_A = \frac{\rho_B \rho_C (\rho_B + \rho_C)}{\rho_B^2 + \rho_C^2 + \rho_B \rho_C} = \frac{R \rho_B \rho_C}{R^2 - \rho_B \rho_C}$$

ou encore

$$\frac{1}{\rho_A} = \frac{1}{\rho_B} + \frac{1}{\rho_C} - \frac{1}{R} \qquad (1)$$

Relation entre les trois côtés du triangle ABC. — On a

$$a = \rho_B + \rho_C = R \quad b = \rho_A + \rho_C \quad c = \rho_A + \rho_B \qquad (2)$$

$$p = \rho_A + \rho_B + \rho_C = \rho_A + R \quad p - a = \rho_A \quad p - b = \rho_B$$
$$p - c = \rho_C \qquad (3)$$

En tenant compte des relations (3), la formule (1) devient

$$\frac{1}{p-a} + \frac{1}{a} = \frac{1}{p-b} + \frac{1}{p-c}$$

ou

$$\frac{p}{a(p-a)} = \frac{a}{(p-b)(p-c)}$$

La relation qui lie entre eux les côtés a, b, c est donc (*)

$$p(p-b)(p-c) = a^2(p-a) \qquad (4)$$

Hauteur AH *du triangle* ABC *en fonction des côtés du triangle.* — L'aire S du triangle ABC est donnée par

$$S^2 = p(p-a)(p-b)(p-c)$$

Donc, d'après (4)

$$S = a(p-a) = R\,\rho_A \qquad (5)$$

(*) Cette élégante démonstration nous a été communiquée par M. G. de Longchamps.

D'autre part, $S = \frac{ah}{2}$. En égalant les deux valeurs de S, on a

$$h = 2(p - a) = b + c - a$$

Donc

$$a + h = b + c \qquad (6)$$

Telle est la relation caractéristique du triangle ABC, qui est bien la propriété énoncée. On a aussi, puisque $p - a = \rho_A$, $h = 2\rho_A$. (7)

La hauteur AH *est donc égale au diamètre du cercle* Σ, ou bien : *le cercle* Σ *rencontre* AH *en son milieu.*

Rayons des cercles tritangents au triangle ABC. — Le rayon r du cercle inscrit a pour expression

$$r = \frac{S}{p} = \frac{Rh}{2p} = \frac{R\rho_A}{\rho_A + R}$$

Donc

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{\rho_A} + \frac{1}{R}$$

ou, d'après (1),

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{\rho_B} + \frac{1}{\rho_C}$$

Le rayon r_B du cercle exinscrit dans l'angle B est donné par la formule

$$r_B = \frac{S}{p - b} = \frac{R\rho_A}{\rho_B}$$

De même

$$r_C = \frac{R\rho_A}{\rho_C}$$

On a donc la relation

$$\frac{r_B}{r_C} = \frac{\rho_C}{\rho_B} \qquad (9)$$

— Le cercle exinscrit dans l'angle A a pour rayon

$$r_A = \frac{S}{p - a} = \frac{R\rho_A}{\rho_A} = R \qquad (10)$$

D'où cette propriété remarquable que *le cercle exinscrit dans l'angle* A *a un rayon constant.*

Rayon du cercle circonscrit au triangle ABC. — On a pour ce rayon

$$R_1 = \frac{abc}{4S} = \frac{(\rho_A + \rho_B)(\rho_A + \rho_C)}{4\rho_A} = \frac{\rho_A^2 + \rho_A R + \rho_B \rho_C}{4\rho_A}$$

$$= \frac{\rho_A}{4} + \frac{R}{4} + \frac{\rho_B \rho_C}{4\rho_A}$$

On trouve encore, d'après (1), que R_1 a pour expression en fonction de R et ρ_A seulement

$$R_1 = \frac{\rho_A}{4} + \frac{R}{2} - \frac{1}{4\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{\rho_A}\right)}$$

ou, à cause de (8)

$$R_1 = \frac{\rho_A + 2R - r}{4} \qquad (11)$$

Relation entre les hauteurs du triangle ABC. — Soient h_a, h_b, h_c, les trois hauteurs du triangle ABC. On a (*)

$$a + h_a = b + c$$

et

$$\frac{a}{\frac{1}{h_a}} = \frac{b}{\frac{1}{h_b}} = \frac{c}{\frac{1}{h_c}} = \frac{b+c}{\frac{1}{h_b} + \frac{1}{h_c}} = \frac{a + h_a}{\frac{1}{h_b} + \frac{1}{h_c}} = \frac{h_a}{\frac{1}{h_b} + \frac{1}{h_c} - \frac{1}{h_a}}$$

D'où l'on déduit la relation

$$\frac{1}{h_b} + \frac{1}{h_c} - \frac{1}{h_a} = \frac{1}{a} \qquad (12)$$

La relation (4) s'écrit

$$(a + b + c)(a + c - b)(a + b - c) = 4a^2(b + c - a)$$

En y remplaçant a, b, c par les quantités proportionnelles $\frac{1}{h_a}$, $\frac{1}{h_b}$, $\frac{1}{h_c}$, il vient la relation suivante entre h_a, h_b, h_c

$$\left(\frac{1}{h_a} + \frac{1}{h_b} + \frac{1}{h_c}\right)\left[\frac{1}{h_a^2} - \left(\frac{1}{h_b} - \frac{1}{h_c}\right)^2\right] = \frac{4}{h_a^2}\left(\frac{1}{h_b} + \frac{1}{h_c} - \frac{1}{h_a}\right) \qquad (13)$$

(*) La hauteur h_a est la hauteur AH que nous avons nommée précédemment h.

Relations entre les rayons des trois cercles exinscrits. — On a

$$\frac{p-a}{\frac{1}{r_a}} = \frac{p-b}{\frac{1}{r_b}} = \frac{p-c}{\frac{1}{r_c}} = \frac{p}{\frac{1}{r_a}+\frac{1}{r_b}+\frac{1}{r_c}} = \frac{a}{\frac{1}{r_b}+\frac{1}{r_c}}$$

Par suite, (4) devient

$$\left(\frac{1}{r_a}+\frac{1}{r_b}+\frac{1}{r_c}\right)\frac{1}{r_b\,r_c} = \left(\frac{1}{r_b}+\frac{1}{r_c}\right)^2\frac{1}{r_a}$$

ou

$$r_a\left(\frac{1}{r_b}+\frac{1}{r_c}\right)+1 = r_b\,r_c\left(\frac{1}{r_b}+\frac{1}{r_c}\right)^2 = \frac{(r_b+r_c)^2}{r_c\,r_b}$$

$$(r_b+r_c)(r_b+r_c-r_a) = r_b\,r_c \qquad (14)$$

et comme $r_a = R$, on a encore

$$R = \frac{r_b^2+r_c^2+r_b\,r_c}{r_b+r_c}$$

Autre relation caractéristique du triangle ABC. — On a encore la relation

$$A'B - A'C = AB - AC \qquad (15)$$

Car

$$A'B - A'C = \rho_B - \rho_C = (\rho_A+\rho_B)-(\rho_A+\rho_C)$$
$$= AB - AC = OC - OB = OA'$$

Lieux géométriques.

1° *On prolonge la hauteur* HA *de* $AH' = 2OA$: *Le lieu de* H' *est une ligne droite.* — En effet

$$AH' = 2(R-\rho_A)$$

Donc

$$HH' = AH + AH' = 2\rho_A + 2(R-\rho_A) = 2R$$

Par suite, le lieu de H' se compose (à cause de la symétrie) des deux lignes parallèles à B''C'' et situées à la distance 2R de cette droite.

2° *Lieu du point* A. — On a, en posant en coordonnées polaires $OA = r_o \quad AOC = \theta$

$$r_o = OA = R - \rho_A = R - \frac{h}{2}$$

Or, $h = r \sin \theta$. Par suite

$$r_o = R - \frac{r_o \sin \theta}{2}$$

L'équation polaire du lieu du point A est donc immédiatement

$$r_o = \frac{2R}{2 + \sin \theta}$$

C'est l'équation d'une ellipse ayant un foyer en O et pour axe focal le diamètre perpendiculaire à B″C″. Son équation cartésienne est

$$4(x^2 + y^2) = (2R - y)^2$$

ou

$$4x^2 + 3y^2 + 4Ry - 4R^2 = 0 \qquad (16)$$

Par symétrie, le lieu se compose donc de l'ellipse (16) et de l'ellipse

$$4x^2 + 3y^2 - 4Ry - 4R^2 = 0 \qquad (17)$$

symétrique de l'ellipse (16) par rapport à B″C″.

Chacune de ces ellipses passe par les points B″ et C″. L'ellipse (16) rencontre le diamètre perpendiculaire à B″C″ aux points d'ordonnées $y = \frac{2R}{3}$ et $y = -2R$.

Les coordonnées du point A, qui nous serviront plus loin, sont, en fonction de la variable θ,

$$x_A = OA \cos \theta \quad y_A = OA \sin \theta$$

ou

$$x_A = \frac{2R \cos \theta}{2 + \sin \theta} \quad y_A = \frac{2R \sin \theta}{2 + \sin \theta} \qquad (18)$$

3° *Lieu du milieu de* AH. — Il suffit de changer dans (16) et (17) y en $2y$, ce qui donne pour le lieu du milieu de AH les deux ellipses

$$x^2 + 3y^2 + 2Ry - R^2 = 0 \qquad (19)$$

$$x^2 + 3y^2 - 2Ry - R^2 = 0 \qquad (20)$$

L'ellipse (19) passe par B″ et C″ et rencontre le diamètre perpendiculaire à B″C″ aux points d'ordonnée $y = \frac{R}{3}$ et $y = -R$.

4° *Lieu du centre* I *du cercle inscrit.* — Exprimons les coordonnées OA′ et IA′ du point I en fonction de l'angle $AOC = \theta$. On a d'abord

$$\rho_A = \frac{AH}{2} = \frac{r_0 \sin\theta}{2} = \frac{R \sin\theta}{2 + \sin\theta} \tag{21}$$

Les coordonnées de I sont

$$x_1 = OA' = \rho_B - \rho_C \qquad y_1 = IA' = r$$

Or, d'après (8)

$$y_1 = \frac{R\,\rho_A}{\rho_A + R}$$

et, en substituant la valeur (21) de ρ_A

$$y_1 = \frac{R \sin\theta}{2(1 + \sin\theta)} \tag{22}$$

On a

$$\overline{AH}^2 = \overline{AC}^2 - \overline{CH}^2 = \overline{AB}^2 - \overline{BH}^2$$

ou

$$\overline{AB}^2 - \overline{AC}^2 = \overline{BH}^2 - \overline{CH}^2$$

$$(AB - AC)(AB + AC) = (BH - CH)(BH + CH)$$

Or, comme $BH = OH + \rho_C \quad CH = \rho_B - OH$, il vient

$$(\rho_B - \rho_C)\,\rho_B + \rho_C + 2\rho_A) = [2\,OH - (\rho_B - \rho_C)]\,R$$

D'où

$$\rho_B - \rho_C = \frac{R.OH}{\rho_A + R} = \frac{R.\,r_0 \cos\theta}{\rho_A + R} \tag{23}$$

En y substituant r_0 et S_A en fonction de θ, on trouve

$$\rho_B - \rho_C = \frac{R(1 - \sin\theta)}{\cos\theta} \tag{24}$$

Par suite, x_1 devient

$$x_1 = \frac{R(1 - \sin\theta)}{\cos\theta} = \frac{R\cos\theta}{1 + \sin\theta} \tag{25}$$

L'élimination de θ entre les équations (22) et (25) se fait très facilement et donne

$$x^2 = R^2 - 4Ry \tag{26}$$

C'est une parabole passant par B″ et C″ et ayant son sommet sur l'axe des y à la distance de θ égale à $\frac{R}{4}$.

Bien entendu, par symétrie, le lieu se compose de la parabole (26) et de la parabole symétrique de (26) par rapport à B″ C″.

$$x^2 = R^2 + 4Ry \qquad (27)$$

Remarques. — L'équation (24) combinée avec $\rho_B + \rho_C = R$ permet d'obtenir ρ_B et ρ_C en fonction de θ. On a ainsi

$$\rho_B = \frac{R(1 + \cos\theta - \sin\theta)}{2\cos\theta} \qquad \rho_C = \frac{R(\sin\theta + \cos\theta - 1)}{2\cos\theta} \qquad (28)$$

— La comparaison de (8) et (23) donne

$$\frac{\rho_B - \rho_C}{r} = \frac{OH}{\rho_A}$$

ou

$$2\,OH.\,IA' = AH.\,OA' \qquad (29)$$

ce qui veut dire que *l'aire du triangle* IOH *est la moitié de l'aire du triangle* AOA'.

5° *Lieu du centre* I_B *du cercle exinscrit dans l'angle* B. — On a pour les coordonnées de ce point

$$x = \rho_A + \rho_B \qquad y = r_B = \frac{R\rho_A}{\rho_B}$$

D'où l'on déduit ρ_A et ρ_B

$$\rho_A = \frac{xy}{y + R} \qquad \rho_B = \frac{Rx}{y + R}$$

ou, en fonction de θ, d'après les formules (28)

$$\frac{R\sin\theta}{2 + \sin\theta} = \frac{xy}{y + R} \qquad (30)$$

$$\frac{R}{2\cos\theta}(1 + \cos\theta - \sin\theta) = \frac{Rx}{y + R} \qquad (31)$$

On déduit de (30)

$$\sin\theta = \frac{2xy}{R(y + R) - xy} \qquad (32)$$

(31) s'écrit

$$\cos\theta\,(2x - y - R) = (r + R)\,(1 - \sin\theta)$$

ou

$$(1 + \sin\theta)\,(2x - y - R)^2 = (1 - \sin\theta)\,(y + R)^2$$

Donc

$$\sin\theta = \frac{(y + R)^2 - (2x - y - R)^2}{(y + R)^2 + (2x - y - R)^2} = \frac{2x\,(y - x + R)}{2x^2 + (y + R)^2 - 2x\,(y + R)}$$

En égalant cette valeur de $\sin\theta$ à celle de (32), il vient pour l'équation du lieu, après avoir supprimé le facteur x,

$$y\,(x^2 + y^2 - xy) + Ry^2 + R^2\,(x - y) - R^3 = o \qquad (33)$$

Le lieu de I_B se compose donc de la cubique (33) et de la cubique

$$-y\,(x^2 + y^2 + xy) + Ry^2 + R^2\,(x + y) - R^3 = o \qquad (34)$$

6° *Lieu du centre* I_C *du cercle exinscrit dans l'angle* C. — En changeant x en $-x$ dans (33) et (34), on voit que le lieu du point I_C se compose des deux cubiques

$$y\,(x^2 + y^2 + xy) + Ry^2 - R^2\,(x + y) - R^3 = o \qquad (35)$$

$$-y\,(x^2 + y^2 - xy) + Ry^2 - R^2\,(x - y) - R^3 = o \qquad (36)$$

7° *Lieu du centre* I_A *du cercle exinscrit dans l'angle* A. — Nous savons déjà par la formule (10) que le rayon de ce cercle est constant et égal à R. On voit, de plus, que ce cercle est tangent à BC au point O. Il en résulte donc que :

Le cercle exinscrit à tous les triangles ABC *est un cercle fixe,*

ou que

L'enveloppe des côtés AB *et* AC *du triangle* ABC *est un cercle* U *égal au cercle* B″C″ *et tangent en* O *au côté* B″C″.

Autre conséquence :

Le lieu des projections du point O *sur les côtés* AC *et* AB *est une cardioïde qui est la podaire du cercle* U *par rapport au point* O. Il en résulte aussi, d'après le théorème de Fuerbach, que : L'enveloppe du cercle des neuf points du triangle ABC est un cercle fixe.

8° *Enveloppe de la droite* AA'. — L'équation de cette droite est

$$\begin{vmatrix} x & y & 1 \\ x_{A'} & o & 1 \\ x_A & y_A & 1 \end{vmatrix} = 0$$

où, d'après les relations (18) et (24),

$$\begin{vmatrix} x & y & 1 \\ R\cos\theta & \theta & \sin\theta + 1 \\ 2R\cos\theta & 2R\sin\theta & \sin\theta + 2 \end{vmatrix} = 0$$

Cette équation développée devient

$$2x(\sin\theta + 1) - y\cos\theta - 2R\cos\theta = 0 \qquad (37)$$

Cette droite passe donc par le point fixe ($x = o \quad y = -2R$)

9° *Lieu du point de rencontre de* AA' *avec la tangente en* A'' *au cercle* B''C''. — La tangente en A'' a pour équation

$$x\cos\theta + y\sin\theta = R \qquad (38)$$

L'élimination de θ entre (37) et 38) donne l'équation

$$4x^2(R + y)^2 + [2x^2 - R(y + 2R)]^2 = [2x^2 + y(y + 2R)]^2$$

Cette équation paraît être du 4e degré. En la développant et faisant disparaître le facteur étranger $(R + y)$, on trouve que cette équation se réduit à la cubique

$$x = \left(\frac{y + 2R}{2}\right)\sqrt{\frac{R - y}{3R + 2y}} \qquad (39)$$

10° *Lieu du point de rencontre de* AI_A *avec la tangente en* A'' *au cercle* B''C''. — La droite AI_A a pour équation

$$\begin{vmatrix} x & y & 1 \\ o & -R & 1 \\ 2R\cos\theta & 2R\sin\theta & 2 + \sin\theta \end{vmatrix} = 0$$

ou

$$x(2 + 3\sin\theta) - 2y\cos\theta = 2R\cos\theta = o \qquad (40)$$

En éliminant θ entre (38) et (40), on trouve que le lieu du point de rencontre de AI_A avec la tangente en A'' est la quartique

$$4[x^2 - R(y + R)]^2 + x^2(2y + 3R)^2 - [3x^2 + 2y(y + R)] \quad (41)$$

11° *Enveloppe de la droite* A'A''. — Cette droite a pour équation

$$\begin{vmatrix} x & y & 1 \\ R\cos\theta & o & 1+\sin\theta \\ R\cos\theta & R\sin\theta & 1 \end{vmatrix} = o$$

ou

$$x(\sin\theta + 1) - y\cos\theta - R\cos\theta = o \qquad (42)$$

Cette droite passe par le point fixe ($x = o \quad y = -R$). Il en résulte que les trois points A', A'' et I_1 sont en ligne droite.

12° *Enveloppe de la droite* A''I. — L'équation de cette droite est

$$\begin{vmatrix} x & y & 1 \\ R\cos\theta & R\sin\theta & 1 \\ R\cos\theta & \frac{R}{2}\sin\theta & 1+\sin\theta \end{vmatrix} = o$$

$$x\left(\sin\theta + \frac{1}{2}\right) - y\cos\theta - \frac{R}{2}\cos\theta = o \qquad (43)$$

Donc la droite A''I passe par le point fixe $\left(x = o \quad y = -\frac{R}{2}\right)$

13° *Lieu du point d'intersection de* AH *et* A'A''. — En éliminant θ entre (42) et

$$x = \frac{2R\cos\theta}{2+\sin\theta}$$

on trouve l'ellipse

$$x^2 + 3y^2 + 2Ry - R^2 = o \qquad (44)$$

14° *Lieu du centre de gravité du triangle* ABC. — Les coordonnées X, Y de ce centre de gravité sont

$$3X = x_A + x_B + x_C = x_A - \rho_C + \rho_B \qquad 3Y = y_A$$

ou

$$3X = \frac{2R\cos\theta}{2+\sin\theta} + \frac{R\cos\theta}{1+\sin\theta} \qquad (45)$$

$$3Y = \frac{2R\sin\theta}{2+\sin\theta} \qquad (46)$$

De (46) on tire

$$\sin\theta = \frac{6Y}{2R - 3Y}$$

En substituant cette valeur dans (45), on a pour $\cos\theta$

$$\cos\theta = \frac{X(2R+3Y)}{(R+Y)(2R-3Y)}$$

L'équation du lieu est donc

$$\frac{36Y^2}{(2R-3Y)^2} + \frac{X^2(2R+3Y)^2}{(R+Y)^2(2R-3Y)^2} = 1$$

ou

$$X^2(2R+3Y)^2 = (R+Y)^2(2R-9Y)(2R+3Y)$$

En supprimant la solution étrangère $3Y + 2R = o$, on a pour le lieu du centre de gravité, la cubique

$$X = (Y+R)\sqrt{\frac{2R-9Y}{2R+3Y}} \qquad (47)$$

Le lieu se compose aussi, par symétrie, de la cubique

$$X = (R-Y)\sqrt{\frac{2R+9Y}{2R-3Y}} \qquad (48)$$

15° *Lieu des centres de similitude des cercles* $B''C''$ *et* Σ.

a). Centre de similitude externe. — Les coordonnées du centre de similitude externe sont

$$x = \frac{x_A \cdot R}{R-\rho_A} \qquad y = \frac{y_A \cdot R}{R-\rho_A}$$

ou en fonction de θ, au moyen des formules (18) et (21)

$$x = R\cos\theta \qquad y = R\sin\theta$$

Le lieu est donc le cercle

$$x^2 + y^2 - R^2 = o$$

En effet, le point A'' est bien, d'après la figure, le centre de similitude externe.

b). Centre de similitude interne. — Alors les coordonnées sont

$$x = \frac{x_A \cdot R}{R+\rho_A} \qquad y = \frac{y_A \cdot R}{R+\rho_A}$$

ou

$$x = \frac{R\cos\theta}{1+\sin\theta} \qquad y = \frac{R\sin\theta}{1+\sin\theta}$$

En éliminant θ on trouve

$$x^2 = R^2 - 2Ry \tag{49}$$

On a aussi la courbe symétrique par rapport à $B''C''$

$$x^2 = R^2 + 2Ry \tag{50}$$

Le lieu total du centre de similitude se compose donc du cercle $B''C''$ et des deux paraboles (49) et (50) qui ont leur foyer commun en O. Sur la figure, les tangentes communes intérieures sont imaginaires, et cependant le centre de similitude interne est réel.

11

Nous pouvons, maintenant, exposer les propriétés principales du triangle ABC telles que

$$a + h = b + c$$

propriétés qui découlent de l'étude précédente.

Aussi nous nous contentons de les énoncer.

1° *La relation qui lie les trois côtés de ce triangle est*

$$p\,(p - b)\,(p - c) = a^2\,(p - a)$$

2° *L'aire du triangle est*

$$S = a\,(p - a)$$

3° *Le cercle exinscrit au triangle* ABC, *situé dans l'angle* A, *a pour rayon la longueur* a.

4° On a, A′ étant le point de contact du cercle inscrit avec le côté BC,

$$A'B - A'C = c - b$$

5° O étant le point de contact du cercle exinscrit dans l'angle A, avec le côté BC, l'aire du triangle IOH est égale à la moitié de l'aire du triangle AOA′.

6° Si on prend le symétrique B'' de A′ par rapport à B et le symétrique C'' de A′ par rapport à C, le cercle ayant son centre en A et

passant par B′ et C′ est tangent au cercle de diamètre B″C″ : ce cercle rencontre la hauteur AH en son milieu.

7° Si on prolonge OA de $AA'' = \frac{OH}{2}$ le point A″ est situé sur le cercle de diamètre B″C″.

8° On a la relation

$$2AO + AH = 2a$$

Construction du triangle ABC. — Si on se donne BC, on construira un triangle quelconque ABC tel que $AH + BC = AB + AC$, de la manière suivante :

On choisit un point arbitraire A′ sur BC, puis on prend les points B″ et C″ symétriques de A′ par rapport à B et à C. On décrit les circonférences de diamètres A′B″, A′C″ et B″C″.

Le point A est le centre du cercle tangent à la fois aux trois cercles précédents.

On est ainsi ramené à un problème classique.

III

Divers lieux géométriques relatifs au triangle ABC, *lorsque les sommets* B *et* C *sont fixes.*

En conservant les mêmes lettres que précédemment, soit M le milieu de BC. Prenons des axes rectangulaires en M, MC étant l'axe des x.

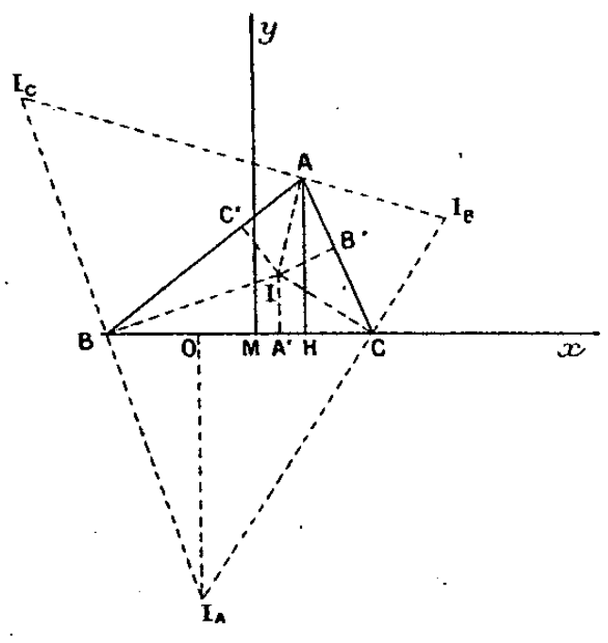


FIG. 2.

1° *Lieu du point* A. — Les coordonnées du point A sont $x = MH$ $y = AH$. On a

$$y + a = b + c \tag{51}$$

$$x = \frac{a}{2} - \sqrt{b^2 - y^2} \tag{52}$$

$$b^2 + c^2 = 2(x^2 + y^2) + \frac{a^2}{2} \tag{53}$$

Il faut éliminer b et c entre ces trois équations.

(52) et (53) donnent

$$b^2 = \left(x - \frac{a}{2}\right)^2 + y^2$$

$$c^2 = \left(x + \frac{a}{2}\right)^2 + y^2$$

En portant ces valeurs de b et c dans (51), on a pour l'équation du lieu

$$\sqrt{\left(x - \frac{a}{2}\right)^2 + y^2} + \sqrt{\left(x + \frac{a}{2}\right)^2 + y^2} = y + a$$

ou

$$\sqrt{\left(x + \frac{a}{2}\right)^2 + y^2} = y + a - \sqrt{\left(x - \frac{a}{2}\right)^2 + y^2}$$

ou en élevant au carré

$$2ax = (y + a)^2 - (y + a)\sqrt{(2x - a)^2 + 4y^2}$$

En faisant encore disparaître le radical, il vient

$$[(y + a)^2 - 2ax]^2 = (y + a)^2 [2x - a)^2 + 4y^2]$$

En développant cette équation et faisant disparaître le facteur étranger y, on a

$$x = \frac{y + a}{2}\sqrt{\frac{2a - 3y}{2a + y}} \qquad (54)$$

C'est une cubique de forme stroploïdale (*).

On peut obtenir aussi l'équation de cette courbe en coordonnées polaires, le pôle étant en B. En posant $ABC = \theta$, $AB = r$, on a

$$r \sin\theta + a = b + r \qquad (55)$$

$$b^2 = r^2 + a^2 - 2ar\cos\theta \qquad (56)$$

D'où, en éliminant b entre (55) et (56)

$$r = \frac{2a(\sin\theta + \cos\theta - 1)}{\sin\theta(2 - \sin\theta)} \qquad (57)$$

Telle est l'équation polaire du lieu de A. En transformant cette équation en coordonnées cartésiennes, on trouve une équation du 4e

(*) Cette cubique jouit de la propriété d'avoir l'aire comprise entre la courbe et son asymptote finie.

degré qu'il est assez difficile de réduire au 3e. La première démonstration est donc préférable.

En réalité, le lieu comprend une seconde cubique symétrique de la première par rapport à CB, et dont l'équation est

$$x = \frac{y - a}{2}\sqrt{\frac{2a + 3y}{2a - y}} \tag{58}$$

2° *Lieu du milieu de* AH. — En changeant y en $2y$ dans les équations (54) et (58), on a pour ce lieu les deux cubiques

$$x = \frac{2y + a}{2}\sqrt{\frac{a - 3y}{a + y}} \tag{59}$$

$$x = \frac{2y - a}{2}\sqrt{\frac{a + 3y}{a - y}} \tag{60}$$

3° *Lieu du centre* I *du cercle inscrit.* — On a pour les coordonnées de I

$$x = MA = \frac{OA'}{2} = \frac{c - b}{2} \tag{61}$$

$$y = \frac{S}{p} = \frac{a(p - a)}{p} = \frac{a(b + c - a)}{b + c + a} \tag{62}$$

La relation (4) s'écrit

$$(a + b + c)[a^2 - (c - b)^2] = 4a^2(b + c - a) \tag{63}$$

par suite y devient

$$y = \frac{a^2 - (c - b)^2}{4a} \tag{64}$$

L'élimination de $(c - b)$ entre (61) et (64) donne immédiatement

$$4x^2 + 4ay - a^2 = 0 \tag{65}$$

Le lieu se compose donc de la parabole (65) et de la parabole

$$4x^2 - 4ay - a^2 = 0 \tag{66}$$

Ces deux paraboles passent par B et C et ont leur foyer commun en M.

4° *Lieu du centre* I_B *du cercle exinscrit dans l'angle* B. — On a pour les coordonnées de I_B

$$x = (p - a) + \frac{a}{2} = \frac{b + c}{2}$$

$$r = \frac{S}{p - b} = \frac{a(p - a)}{p - b} = \frac{a(b + c - a)}{a + c - b}$$

Donc

$$b + c = 2x \qquad c - b = \frac{a(2x - y - a)}{y}$$

En substituant ces valeurs dans (63), et faisant disparaître le facteur étranger $(2x - a)$, on trouve l'équation

$$4(x^2 + y^2 - xy) - 2ay - a^2 = 0 \tag{67}$$

Le lieu se compose donc de l'ellipse (67) et de l'ellipse

$$4(x^2 + y^2 + xy) + 2ay - a^2 = 0 \tag{68}$$

5° *Lieu du centre* I_C *du cercle exinscrit dans l'angle* C. — En changeant x en $-x$ dans les équations (67) et (68), on a immédiatement pour le lieu de I_C les deux ellipses

$$4(x^2 + y^2 + xy) - 2ay - a^2 = 0 \tag{69}$$

$$4(x^2 + y^2 - xy) + 2ay - a^2 = 0 \tag{70}$$

6° *Lieu du centre* I_A *du cercle exinscrit dans l'angle* A. — L'ordonnée de ce cercle est

$$-y = \frac{S}{p - a} = \frac{a(p - a)}{p - a} = a$$

Le lieu se compose donc de deux droites parallèles à BC, situées à la distance a de BC.

7° *Enveloppe du cercle inscrit.* — En posant $c - b = k$, les coordonnées du point I s'écrivent

$$x = \frac{k}{2} \qquad y = \frac{a^2 - k^2}{4a}$$

L'équation du cercle inscrit est donc

$$\left(x - \frac{k}{2}\right)^2 + \left[y - \frac{(a^2 - k^2)}{4a}\right]^2 = \frac{(a^2 - k^2)^2}{16a^2}$$

ou

$$x^2 + y^2 - kx - \frac{y}{2a}(a^2 - k^2) + \frac{k^2}{4} = 0$$

En ordonnant cette équation par rapport à k, et exprimant qu'elle a une racine double, on trouve pour enveloppe le cercle

$$y\left(x^2 + y^2 - \frac{a^2}{4}\right) = 0 \tag{71}$$

8° *Lieu du symétrique* I' *de* I *par rapport à* O. — Les coordonnées de I étant

$$x = \frac{k}{2} \qquad y = \frac{a^2 - k^2}{4a}$$

et celle de O étant

$$x = -\frac{k}{2} \qquad y = o$$

les coordonnées de I' sont

$$X = -\frac{3k}{2} \qquad Y = -\frac{(a^2 - k^2)}{4a} \tag{72}$$

En éliminant k, on voit que le lieu du point I' se compose des deux paraboles

$$4X^2 = 36aY + 9a^2 \tag{73}$$

$$4X^2 = -36aY + 9a^2 \tag{74}$$

9° *Lieu du point de contact* C' *du cercle inscrit avec le côté* AB. — Soient, en coordonnées polaires,

$$BC' = r \qquad C'BC = \theta$$

On a

$$2r = 2(p - b) = a + c - b \tag{75}$$

$$h = c \sin\theta = 2(p - a) = b + c - a \tag{76}$$

(76) peut s'écrire

$$[(p - a) + (p - b)] \sin\theta = 2(p - a)$$

ou

$$p - a = (p - b) \cdot \frac{\sin\theta}{2 - \sin\theta} = \frac{r \sin\theta}{2 - \sin\theta} = \frac{b + c - a}{2}$$

Par conséquent

$$b + c = a + \frac{2r\sin\theta}{2 - \sin\theta} \tag{77}$$

et comme (75) donne

$$c - b = 2r - a \tag{78}$$

il en résulte, en substituant $(b + c)$ et $(c - b)$ de (77) et (78) dans la relation (63)

$$r^2 \sin\theta + 2ar(1 - \sin\theta) - 2a^2(1 - \sin\theta) = o$$

qui se décompose en deux facteurs

$$]r \sin\theta + a\ (1 - \sin\theta) - a\cos\theta]\,[r \sin\theta + a\,(1 - \sin\theta) + a\cos\theta] = 0$$

En transformant cette équation en coordonnées rectilignes, on voit que le lieu de C' est représenté par les deux cubiques

$$(y + 2a)(x^2 + y^2) - 2a^2 x = o$$
$$(y + 2a)(x^2 + y^2) + 2a^2 x = o$$

Si on transporte les axes parallèlement à eux-mêmes au point M, ces équations deviennent en y changeant x en $x + \frac{a}{2}$

$$(y + 2a)\left[\left(x + \frac{a}{2}\right)^2 + y^2\right] - 2a^2 x - a^3 = o \qquad (79)$$

$$(y + 2a)\left[\left(x + \frac{a}{2}\right)^2 + y^2\right] + 2a^2 x + a^3 = o \qquad (80)$$

Le lieu se compose aussi des deux autres cubiques symétriques par rapport à BC

$$(2a - y)\left[\left(x + \frac{a}{2}\right)^2 + y^2\right] - 2a^2 x - a^3 = o \qquad (81)$$

$$(2a - y)\left[\left(x + \frac{a}{2}\right)^2 - y^2\right] + 2a^2 x + a^3 = o \qquad (82)$$

10° *Lieu du point* B'. — En changeant x en $-x$ dans les quatre équations précédentes, on a pour le lieu du point B' les quatre cubiques

$$(y + 2a)\left[\left(x - \frac{a}{2}\right)^2 + y^2\right] + 2a^2 x - a^3 = o \qquad (83)$$

$$(y + 2a)\left[\left(x - \frac{a}{2}\right)^2 + y^2\right] - 2a^2 x + a^3 = o \qquad (84)$$

$$(2a - y)\left[\left(x - \frac{a}{2}\right)^2 + y^2\right] + 2a^2 x - a^3 = o \qquad (85)$$

$$(2a - y)\left[\left(x - \frac{a}{2}\right)^2 + y^2\right] - 2a^2 x - a^3 = o \qquad (86)$$

IV

Toutes les propriétés trouvées dans la Ire partie subsistent avec la façon suivante de considérer le triangle ABC.

On donne une droite et un point fixe O *sur cette droite. On prend de part et d'autre de O deux points* B *et* C *variables, tels que* BC = *constante. Trouver le lieu des points* A, *tels que*

$$AB - AC = OC - OB$$

Ce lieu, d'après ce que nous avons vu dans I, se compose des deux ellipses (16) et (17) qui ont un foyer commun en O.

Toutes les autres propriétés et lieux géométriques de la Ire partie sont applicables avec l'énoncé IV.

V

Généralisation de la propriété 7° de la Ire *partie.* — Nous avons vu que le cercle exinscrit dans l'angle A du triangle ABC était un cercle fixe de rayon R ou a, tangent en O au côté BC. On peut donc considérer le lieu du point A *comme le lieu du point de concours des tangentes menées à un cercle fixe et interceptant sur une tangente fixe une longueur égale au rayon du cercle.*

Nous allons généraliser cette question en supposant la longueur fixe quelconque d. Prenons la tangente fixe pour axe des x, de façon que l'équation du cercle soit

$$x^2 + y^2 + 2Ry = o$$

L'équation quadratique des tangentes issues d'un point (α, β) à ce cercle est

$$(x^2 + y^2 + 2Ry)\,(\alpha' + \beta' + 2R\beta) - (\alpha x + \beta y + R\,(\beta + y)]^2 = o$$

Faisons $y = o$. L'équation aux abscisses des points d'intersection de ces deux tangentes avec la tangente fixe est

$$\beta\, x^2\,(\beta + 2R) - 2\alpha\beta\, Rx - R^2\,\beta^2 = o$$

de telle sorte que les racines x' et x'' sont liées par les relations

$$x' + x'' = \frac{2R\alpha}{2R + \beta} \qquad x'\,x'' = \frac{-R^2\beta}{2R + \beta}$$

Or, il faut que $x' - x'' = d$, ou

$$(x' + x'')^2 - 4x'\,x'' = d^2$$

ce qui donne pour le lieu de (α, β)

$$\frac{4R^2\,\alpha^2}{(2R + \beta)^2} + \frac{4R^2\,\beta}{2R + \beta} = d^2$$

ou

$$4R^2\,\alpha^2 + (4R^2 - d^2)\,\beta^2 + 4R\beta\,(2R^2 - d^2) - 4R^2\,d^2 = o \qquad (87)$$

Le lieu est donc, en général, une conique qui sera une ellipse si $d < 2R$, une hyperbole si $d > 2R$ et une parabole si $d = 2R$. Lorsque $d = R\sqrt{2}$, l'ellipse a pour équation

$$2\alpha^2 + \beta^2 = 4R^2$$

Si $d = R$, on retrouve bien l'ellipse (16) ou

$$4x^2 + 3y^2 + 4Ry - 4R^2 = o$$

Autre construction des triangles ABC. — La propriété précédente donne une construction fort simple des triangles ABC.

Ayant tracé un cercle de rayon égal au côté BC, on mène une tangente en un point O de ce cercle, sur laquelle on prend une longueur BC variable, mais égale au rayon du cercle. Les secondes tangentes au cercle, issues de B et C, se rencontrent en A. Le triangle ABC jouit de la propriété

$$h + a = b + c.$$

En faisant varier le rayon du cercle, on obtiendra tous les triangles possibles jouissant de cette propriété.

Cette construction est autrement facile que celle indiquée à la fin de la II^e partie.

Remarque. — De ce que les tangentes issues de A sont égales, on a

$$AC + OB = AC + OC.$$

D'où

$$AC - AC = OC - OB.$$

On retrouve la propriété (15).

Les lieux géométriques et propriétés de la I^{re} partie sont donc aussi applicables à l'énoncé de la V^e partie.

M. R. GUIMARAES

Officier de l'Etat-Major du génie, à Lisbonne.

RÈGLE PRATIQUE POUR DÉVELOPPER LES DÉTERMINANTS DU 4me ORDRE. [B1a]

— Séance du 6 août 1897 —

1. Comme on a souvent besoin d'écrire le développement des déterminants du 4me ordre, nous nous permettons de présenter une règle qui n'est point du tout compliquée.

Elle consiste à prolonger les rangs d'un déterminant du 4me ordre, par la répétition de ses trois premières colonnes, en multipliant les éléments de la diagonale principale, ceux de la diagonale secondaire et ceux de chacune de leurs parallèles, en précédant alternativement ces produits du signe + et —, ce qui produit 8 termes du déterminant donné. En écrivant le 3me rang au-dessus du 1er et en formant de même des produits suivant les diagonales, on obtiendra 8 autres termes.

Enfin, on aura les 8 termes restants, en écrivant, dans ce dernier déterminant, le 1er rang au-dessous de tous les autres, en opérant comme précédemment.

Soit donc :

$$\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 & d_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 & d_3 \\ a_4 & b_4 & c_4 & d_4 \end{vmatrix}$$

le déterminant donné du 4me ordre.

Si l'on le modifie d'après la première partie de la règle, il devient

$$\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 & d_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 & d_3 \\ a_4 & b_4 & c_4 & d_4 \end{vmatrix} \begin{matrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \\ a_4 & b_4 & c_4 \end{matrix}$$

d'où l'on forme les 8 termes suivants

$$a_1 b_2 c_3 d_4 - b_1 c_2 d_3 a_4 + c_1 d_2 a_3 b_4 - d_1 a_2 b_3 c_4 + d_1 c_2 b_3 a_4 - a_1 d_2 c_3 b_4 + b_1 a_2 d_3 c_4 - c_1 b_2 a_3 d_4.$$

Encore, d'après la règle, pour obtenir une autre série de 8 termes, le déterminant se modifie comme il suit.

$$\left|\begin{array}{cccc} a_3 & b_3 & c_3 & d_3 \\ a_1 & b_1 & c_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 & d_2 \\ . & . & . & . \\ a_4 & b_4 & c_4 & d_4 \end{array}\right| \quad \left|\begin{array}{ccc} a_3 & b_3 & c_3 \\ a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ . & . & . \\ a_4 & b_4 & c_4 \end{array}\right|$$

d'où l'on conclut pour la valeur de la 2me série de termes

$$a_3 b_1 c_2 d_4 - b_3 c_1 d_2 a_4 + c_3 d_1 a_2 b_4 - d_3 a_1 b_2 c_4 + d_3 c_1 b_2 a_4 - a_3 d_1 c_2 b_4 + b_3 a_1 d_2 c_4 - c_3 b_1 a_2 d_4.$$

Enfin, la 3me forme du déterminant, d'après la même règle, est la suivante :

$$\left|\begin{array}{cccc} a_3 & b_3 & c_3 & d_3 \\ . & . & . & . \\ a_2 & b_2 & c_2 & d_2 \\ . & . & . & . \\ a_4 & b_4 & c_4 & d_4 \\ a_1 & b_1 & c_1 & d_1 \end{array}\right| \quad \left|\begin{array}{cc} a_3 & b_3 \\ . & . \\ a_2 & b_2 \\ . & . \\ a_4 & b_4 \\ a_1 & b_1 \end{array}\right|$$

d'où il résulte

$$a_3 b_2 c_4 d_1 - b_3 c_2 d_4 a_1 + c_3 d_2 a_4 b_1 - d_3 a_2 b_4 c_1 + d_3 c_2 b_4 a_1 - a_3 d_2 c_4 b_1 + b_3 a_2 d_4 c_1 - c_3 b_2 a_4 d_1.$$

La somme algébrique des 24 termes qu'on vient d'obtenir donne le développement du déterminant du 4me ordre.

2. Cette règle appliquée au déterminant du 3me ordre

$$\left|\begin{array}{ccc} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{array}\right|$$

mis sous ces deux formes

$$\left|\begin{array}{ccc} a_2 & b_2 & c_2 \\ a_1 & b_1 & c_1 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{array}\right| \qquad \left|\begin{array}{ccc} a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \\ a_1 & b_1 & c_1 \end{array}\right|$$

produit pour chacun d'eux, les termes

$$a_1 b_2 c_3 - c_1 b_2 a_3 ; \; c_2 b_1 a_3 - a_2 b_1 c_3 ; \; a_2 b_3 c_1 - c_2 b_3 a_1$$

dont la somme algébrique donne le développement demandé.

3. En ce qui concerne le déterminant du 5me ordre et ceux d'ordres supérieurs, on peut aussi obtenir leur développement par l'application de la règle que nous venons de poser, bien qu'elle ne soit plus pratique.

M. Jorge F. D'AVILLEZ, Vicomte de Reguengo

Membre de l'Académie Royale des Sciences de Lisbonne.

SUR UN CERTAIN TRIANGLE [K1b]

— *Séance du 6 août 1897* —

Nous avons considéré, dans le *Journal de Mathématiques élémentaires* de M. de Longchamps (*), un triangle remarquable, tel que la droite d'Euler est parallèle à un des côtés. Dans cette note, nous allons indiquer quelques autres propriétés de ce triangle :

1° Soit donnée la position Δ d'un des côtés et la droite d'Euler OH, parallèle à Δ, O étant le centre du cercle circonscrit, H l'orthocentre du triangle. Si G est le centre de gravité du triangle et l'on abaisse de O et H des perpendiculaires sur Δ, les points que l'on obtient seront, respectivement, le milieu du côté parallèle à OH et le pied de la hauteur correspondante; donc, si l'on joint le point O′, milieu du côté, au point G, cette droite sera la médiane correspondante au sommet opposé à Δ, le point où elle coupe la hauteur HH′ abaissée sur Δ sera le sommet A du triangle, opposé au côté donné. Si l'on décrit de O comme centre, un cercle de rayon OA, il coupe Δ en deux autres points B et C qui sont les autres sommets du triangle.

(*) 1896, p. 246.

2° Soient A_1, B_1, C_1, les symétriques des sommets par rapport au centre du cercle circonscrit O. On sait, d'après un théorème de M. Lemoine, que, dans un triangle, les droites, qui joignent les points où OH coupe les côtés aux points symétriques des sommets par rapport au centre du cercle circonscrit, se coupent en un point de la circonférence circonscrite.

Dans le cas que nous considérons, soient B', C' les points où OH coupe respectivement AC, AB, points qui déterminent sur ces côtés des segments tels que

$$CB' = \frac{CA}{3} \quad BC' = \frac{BA}{3}$$

Si M est le point où se coupent $B'B_1$ et $C'C_1$, il doit être situé sur la circonférence circonscrite et sur la parallèle au côté BC, menée par A_1.

La droite qui joint A_1 au symétrique de H par rapport au côté BC doit être parallèle à BC, car si l'on désigne par α le point ou AA_1 coupe ce côté, on doit avoir

$$A_1\alpha = \alpha O$$

donc, le point M est le symétrique de H par rapport à BC.

D'après un théorème connu, le point de Tarry d'un triangle, l'orthocentre, et le point de la circonférence circonscrite, où se coupent les droites qui joignent les symétriques des sommets par rapport au centre du cercle circonscrit, aux points où la droite d'Euler coupe les côtés, sont en ligne droite.

On voit donc, que dans le triangle que nous considérons, cette droite est la hauteur AH', donc le point de Tarry du triangle est le point A et le point de Steiner le point A_1.

3° D'après un théorème dû à M. Gibson, on sait que les droites qui joignent les symétriques de l'orthocentre d'un triangle, par rapport aux côtés, aux points où une droite δ menée par le même point coupe les mêmes côtés, se coupent en un point P du cercle circonscrit. Pour le triangle qui fait l'objet de cette note, ce point est le point A_1, ce qui prouve que la droite de Wallace de ce point est le côté BC, car M. Gibson a aussi démontré que la droite de Wallace de P est parallèle et équidistante de ce point et de la droite δ. On voit aussi immédiatement que A_1B doit être perpendiculaire à AB et de même que A_1C doit être perpendiculaire à AC, ce qui d'ailleurs est évident, car AA_1 est un diamètre du cercle circonscrit au triangle ABC.

Les droites A_1B' et A_1C' coupent respectivement, en M', M'' le cercle circonscrit; ce sont les symétriques de l'orthocentre par rapport aux côtés AC et AB.

4° Nous avons donné, dans la note insérée dans le *Journal de Mathématiques élémentaires*, de nombreuses relations métriques entre les points remarquables de ce triangle; on peut remarquer aussi quelques autres propriétés.

La droite B_1C_1 est parallèle à A_1M et OH est équidistante des droites BC et B_1C_1.

Les triangles ABC et MC_1B_1 sont égaux et symétriques par rapport à la droite d'Euler.

La droite $O\alpha$ coupe B_1C_1 en un point α_1, tel que

$$O\alpha_1 = O\alpha = \alpha A_1 = \frac{1}{3} h_a$$

h_a désignant la hauteur abaissée sur BC. Si α_2 est le point où B_1C_1 coupe cette hauteur, ce point est un des points euleriens du triangle, c'est-à-dire que l'on a

$$\alpha_2 A = \alpha_2 H$$

M. Jorge F. D'AVILLEZ, Vicomte de Reguengo

Membre de l'Académie Royale des Sciences de Lisbonne.

SUR UN GROUPE DE TROIS PARABOLES [L' 10 d]

— Séance du 6 août 1897 —

Soit donnée une ellipse; chaque tangente coupe les axes en deux points. Si l'on considère la parabole tangente aux axes en ces points, on sait que le lieu des foyers de ces paraboles est la podaire du centre de l'ellipse et le lieu des sommets est une courbe unicursale du huitième ordre (*).

Si l'on considère une ellipse inscrite à un triangle, chaque côté

(*) KŒHLER, *Exerc. de Géom. Anal.*, p. 300, t. I.

coupe les axes de la conique en deux points, on trouve alors trois paraboles P, P′, P″ tangentes aux axes en ces points, dont les foyers sont sur la podaire du centre de l'ellipse. Si cette conique est circonscrite, les tangentes menées aux sommets du triangle, coupent les axes en six points, et on a de même trois paraboles dont les foyers sont sur la podaire du centre de l'ellipse donnée. Pour déterminer les foyers F, F′, E″ des trois paraboles, on peut employer la méthode donnée par M. d'Ocagne (*), et on voit immédiatement que ces points sont les pieds des perpendiculaires abaissées du centre O de l'ellipse sur les côtés du triangle, si l'ellipse est inscrite, et les pieds des perpendiculaires abaissées de O sur les tangentes aux sommets, si l'ellipse est circonscrite. Les directrices Δ, Δ′, Δ″ devant contenir les symétriques des foyers par rapport aux axes de l'ellipse, on voit qu'elles sont des diamètres de cette conique.

En menant par F, F′, F″ des perpendiculaires respectivement sur Δ, Δ′, Δ″, ces droites sont les axes des trois paraboles et on peut alors construire facilement ces coniques.

Soit (E) l'ellipse inscrite à un triangle ABC.

Soient L, L′ les points où la parabole P coupe le côté BC.
» M, M′ » » P′ » CA.
» N, N′ » » P″ » AB.

On sait que la somme des inverses des segments d'une corde focale est le double de l'inverse du paramètre, donc, en désignant par p, p', p'' les paramètres de trois paraboles, on a

$$\left.\begin{aligned} \frac{1}{FL} + \frac{1}{FL'} &= \frac{2}{p} \\ \frac{1}{F'M} + \frac{1}{F'M'} &= \frac{2}{p'} \\ \frac{1}{F''N} + \frac{1}{F''N'} &= \frac{2}{p''} \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

On sait aussi que si des extrémités d'une corde focale on abaisse des perpendiculaires sur une droite quelconque, on a en général

$$\frac{\delta}{r} + \frac{\delta'}{r'} = \frac{2q}{p}$$

où δ, δ' sont les longueurs des perpendiculaires, r, r' les rayons vecteurs des extrémités de la corde, q la distance du foyer à la droite

(*) *Génie Civil*, t. IX, p. 91.

et p le paramètre de la parabole; donc, si l'on représente par d et d' les perpendiculaires abaissées de L et L' sur Δ, par d_1 et d'_1 les perpendiculaires abaissées de M et M' sur Δ' et par d_2 et d'_2 les perpendiculaires abaissées de N et N' sur Δ'' on a

$$\frac{d}{FL} + \frac{d'}{FL'} = 2$$

$$\frac{d_1}{F'M} + \frac{d_1'}{F'M'} = 2$$

$$\frac{d_2}{F''N} + \frac{d_2'}{F''N'} = 2$$

On en tire

$$p \,.\, LL' = d' \,.\, FL + d \,.\, FL'$$

$$p' \,.\, MM' = d_1' \,.\, F'M + d_1 \,.\, F'M'$$

$$p'' \,.\, NN' = d_2' \,.\, F''N + d_2 \,.\, F''N'$$

et aussi

$$\frac{1}{FL}(1 + d) + \frac{1}{FL'}(1 + d') = 2\left(\frac{p+1}{p}\right)$$

$$\frac{1}{F'M}(1 + d_1) + \frac{1}{F'M'}(1 + d_1') = 2\left(\frac{p'+1}{p'}\right)$$

$$\frac{1}{F''N}(1 + d_2) + \frac{1}{F''N'}(1 + d_2') = 2\left(\frac{p''+1}{p''}\right)$$

Considérons le cas spécial où le centre de l'ellipse inscrite est le centre de gravité du triangle; les foyers des trois paraboles sont les sommets du triangle podaire du centre de gravité, et de même, pour l'ellipse de Steiner, les trois paraboles correspondantes ont pour foyers les sommets du triangle podaire du centre de gravité par rapport au triangle anticomplémentaire du triangle donné. Donc, si l'on considère dans un triangle, l'ellipse inscrite d'aire maxima et l'ellipse circonscrite d'air minima, les deux triangles formés par les foyers des six paraboles qui correspondent aux deux coniques, ont pour centre d'homologie le centre de gravité. Pour l'ellipse inscrite, le triangle des foyers des paraboles est semblable au second triangle de Brocard, et le centre de gravité est le pôle des segments déterminés par les axes de l'ellipse sur les côtés, segments qui sont des cordes focales des trois paraboles.

Si l'on considère l'ellipse inscrite dont le cercle directeur a le rayon minimum, ellipse qui a pour centre l'orthocentre du triangle, les foyers des trois paraboles correspondantes sont les pieds des hauteurs; le triangle des foyers est alors le triangle orthique du triangle donné.

M. A. DROZ-FARNY

Professeur au Lycée de Porrentruy (Suisse).

SUR UN THÉORÈME DE SCHROETER ET SUR LA DROITE δ DE LONGCHAMPS [K 2 d]

— *Séance du 7 août 1897* —

Dans un très remarquable travail, publié, en 1886, dans le *Journal de mathémathiques spéciales*, M. de Longchamps a démontré par voie analytique les propriétés curieuses du cercle Δ, aujourd'hui connu par tous les mathématiciens sous le nom de cercle de Longchamps. Dans ce travail, l'auteur étudie surtout une droite nouvelle, la droite δ, dont il cite de nombreuses et intéressantes propriétés. Cette droite δ est harmoniquement associée au point D, centre d'homologie du triangle ABC et de son premier triangle de Brocard $A_1B_1C_1$.

Nous retrouverons cette droite dans l'étude qui va suivre et nous donnerons des démonstrations purement géométriques de ses principales propriétés. Dans le cours de ce travail, nous aurons l'occasion de constater l'existence d'une parabole remarquable du plan du triangle.

J'en dois la connaissance à M. le professeur Dr Sidler de l'Université de Berne, qui l'a découverte par voie analytique et m'a transmis le résultat obtenu, en m'invitant à en rechercher la preuve géométrique.

Dans sa géométrie synthétique, Schroeter propose : 1re partie, problème 20, le théorème suivant :

Soient A_0, B_0, C_0, les points milieux des côtés d'un triangle ABC ; A_1, B_1, C_1, les pieds des hauteurs et posons :

$$\begin{vmatrix} B_0C_1 \\ C_0B_1 \end{vmatrix} \equiv \alpha \qquad \begin{vmatrix} C_0A_1 \\ A_0C_1 \end{vmatrix} \equiv \beta \qquad \begin{vmatrix} A_0B_1 \\ B_0A_1 \end{vmatrix} \equiv \gamma$$

$$\begin{vmatrix} B_0C_0 \\ B_1C_1 \end{vmatrix} \equiv \alpha_1 \qquad \begin{vmatrix} C_0A_0 \\ C_1A_1 \end{vmatrix} \equiv \beta_1 \qquad \begin{vmatrix} A_0B_0 \\ A_1B_1 \end{vmatrix} \equiv \gamma_1$$

Soient en outre: O le centre du cercle circonscrit.
H l'orthocentre du triangle.
O_9 le centre du cercle d'Euler, on a,

1° Les points α, β, γ sont sur la droite OH.

2° Les droites $A\alpha_1, B\beta_1, C\gamma_1$, sont parallèles et perpendiculaires sur la droite d'Euler OH.

3° Les points $\begin{matrix} \alpha & \beta_1 & \gamma_1 & A \\ \beta & \alpha_1 & \gamma_1 & B \\ \gamma & \alpha_1 & \beta_1 & C \end{matrix}$ sont en ligne droite.

4° Le triangle $\alpha_1\beta_1\gamma_1$ est conjugué par rapport au cercle des 9 points.

5° Les droites $A_0\alpha_1, B_0\beta_1, C_0\gamma_1$ se coupent en un point P ; les droites $A_1\alpha_1, B_1\beta_1, C_1\gamma_1$ se coupent en un point P_1 ; les points P et P_1 appartiennent au cercle d'Euler,

6° Les points de coupe $\begin{matrix} AB \\ \alpha_1\beta_1 \end{matrix}\Big|, \begin{matrix} BC \\ \beta_1\gamma_1 \end{matrix}\Big|, \begin{matrix} AC \\ \alpha_1\gamma_1 \end{matrix}$ sont sur la droite PP_1, etc.

Il serait facile d'ajouter de nombreux corollaires à ce théorème.

Plusieurs démonstrations en sont connues. On peut en outre le généraliser en prenant pour O et H deux conjugués isogonaux ou même deux points quelconques du plan du triangle.

Voir : Nouvelles annales, année 1891, question 1562 : Educational Times, question 12567 : W. Fuhrmann : Synthetische Beweise planimetrischer Sätze.

Nous donnerons les démonstrations des cinq premières parties, dont nous aurons besoin plus tard.

Démonstration du n° 1.

Représentons les points milieux des segments supérieurs des hauteurs par A', B', C'; on sait que le point O_9 est à l'intersection des droites $A'A_0$, $B'B_0$, $C'C_0$.

Considérons l'hexagone $B_0C_1C'C_0B_1B'$ inscrit dans le cercle d'Euler; sa pascale sera :

$$\begin{matrix} B_0C_1 \\ C_0B_1 \end{matrix}\Big| \equiv \alpha \quad \begin{matrix} C_1C' \\ B_1B' \end{matrix}\Big| \equiv H \quad \begin{matrix} C_0C' \\ B_0B' \end{matrix}\Big| \equiv O_9$$

Le point α appartient donc à la droite d'Euler OHO_9. Il en est de même des points β et γ.

On aurait pu démontrer aussi cette première partie en disant que $B_0BB_1C_0CC_1$ est un hexagone inscrit dans une conique dégénérée : sa pascale est $\alpha H G \equiv \alpha HO$.

Démonstration du n° 2.

Les points A, α, α_1, forment un triangle conjugué par rapport au cercle d'Euler :

$A\,\alpha_1$ est donc la polaire de α.
$B\,\beta_1$ la polaire de β.
$C\,\gamma_1$ la polaire de γ.

Les trois points $\alpha\,\beta\,\gamma$ se trouvent d'après I sur le diamètre O_9H, les droites $A\alpha_1$, $B\beta_1$, $C\gamma_1$ sont perpendiculaires sur ce diamètre.

Démonstration des n°s 3 et 4.

Les deux triangles $A_0B_0C_0$ et $A_1B_1C_1$ étant inscrits dans le cercle O_9, on a les nouveaux hexagones :

$C_9\,A_0\,B_0\,C_1\,A_1\,B_1$..... pascale $\beta_1\,\gamma_1\,\alpha$.
$C_0\,B_0\,A_0\,C_1\,B_1\,A_1$..... pascale $\alpha_1\,\gamma_1\,\beta$.
$A_0\,C_0\,B_0\,A_1\,C_1\,B_1$..... pascale $\beta_1\,\alpha_1\,\gamma$.

Les deux faisceaux

$$A_0\,(BC_0\,A\,B_0) \text{ et } A_1\,(BC_1\,A\,B_1)$$

sont harmoniques : comme ils ont le rayon $A_0\,A_1B$ en commun, il en résulte que les trois points :

$$\begin{vmatrix} A_0C_0 \\ A_1C_1 \end{vmatrix} \equiv \beta_1 \qquad \begin{vmatrix} A_0A \\ A_1A \end{vmatrix} \equiv A \qquad \begin{vmatrix} A_0B_0 \\ A_1B_1 \end{vmatrix} \equiv \gamma_1$$

sont en ligne droite.

Les quatre points A, α, β_1, γ_1, sont donc quatre points en ligne droite.

D'après 2 : $A\alpha$ ou $\beta_1\gamma_1$ est la polaire de α_1.
$\alpha_1\gamma_1$ est la polaire de β_1.
$\alpha_1\beta_1$ est la polaire de γ_1.

Le triangle $\alpha_1\,\beta_1\,\gamma_1$ est donc conjugué par rapport au cercle des 9 points.

Démonstration du n° 5.

On sait que si deux des côtés d'un triangle inscrit dans une conique passent par deux des sommets d'un triangle autopolaire par rapport à la conique, que le troisième côté du triangle inscrit passera par le troisième sommet du triangle polaire.

La droite $B_0\beta_1$ coupe en P le cercle d'Euler ; B_0C_0P est donc un triangle inscrit dans ce cercle ; or $B_0\,C_0$ passe par α_1, B_0P passe par β_1 donc C_0P doit passer par γ_1 ; les deux droites $B_0\beta_1$ et $C_0\gamma_1$ se coupent donc en un point P du cercle d'Euler, il est clair que $A_0\alpha_1$ passera aussi par ce point.

On démontrera de même que les droites $A_1\alpha_1$, $B_1\beta_1$ $C_1\gamma_1$ se coupent en un point P_1 du cercle O_9. J'ai utilisé, pour ces dernières démonstrations, l'excellent ouvrage de M. Fuhrmann.

Nous allons maintenant étudier quelques propriétés de la figure de Schroeter qui pourront servir à édifier une théorie purement géométrique du cercle Δ de Longchamps.

II[e] PARTIE

Par les sommets du triangle $A_0\,B_0\,C_0$ on mène des parallèles aux côtés opposés qui coupent le cercle circonscrit à $A_0\,B_0\,C_0$ aux points $A_1\,B_1\,C_1$.

Posons : $\begin{vmatrix} B_0C_0 \\ B_1C_1 \end{vmatrix} \equiv \alpha_1$ $\begin{vmatrix} A_0C_0 \\ A_1C_1 \end{vmatrix} \equiv \beta_1$ $\begin{vmatrix} A_0B_0 \\ A_1B_1 \end{vmatrix} \equiv \gamma_1$

THÉORÈME I

Les droites $A_0\alpha_1$, $B_0\beta_1$, $C_0\gamma_1$ se coupent en un point P qui est le *point de Steiner* du triangle $A_0\,B_0\,C_0$.

En effet, les parallèles menées par les sommets du triangle $A_0\,B_0\,C_0$ aux côtés opposés déterminent un nouveau triangle A B C dans lequel évidemment $B\,A_0 = C\,A_0$ etc.

Le triangle $A_0B_0C_0$ est donc le triangle complémentaire de ABC. Il en résulte que la circonférence $A_0B_0C_0$ est le cercle d'Euler du triangle ABC et que, par conséquent, $A_1B_1C_1$ est le triangle orthique de ce même triangle. On peut donc appliquer à ces deux triangles les théorèmes de Schroeter.

D'abord les droites $A_0\alpha_1$, $B_0\beta_1$, $C_0\gamma_1$ se coupent en un point P. Quelle est la signification géométrique de P ?

Dans son mémoire « Sur un cercle nouveau du plan du triangle » page 130, M. de Longchamps a prouvé analytiquement que ce point était le point de Steiner du triangle complémentaire $A_0B_0C_0$. Un calcul élémentaire fournit immédiatement ce résultat.

Soient ABC un triangle quelconque ; $A_1B_1C_1$ les pieds des hauteurs, $A_0B_0C_0$ les milieux des côtés et $\alpha_1\beta_1\gamma_1$ les points d'intersection des côtés correspondants des triangles $A_0B_0C_0$ et $A_1B_1C_1$. On voit facilement que :

$$A_1A_0 = \frac{b^2 - c^2}{2a};\quad B_1B_0 = \frac{c^2 - a^2}{2b};\quad C_1C_0 = \frac{a^2 - b^2}{2c}$$

(en grandeur et en signe). Le triangle AB_0C_0 coupé par B_1C_1 donne

$$\frac{\alpha_1B_0}{\alpha_1C_0}\cdot\frac{C_1C_0}{C_1A}\cdot\frac{B_1A}{B_1B_0} = 1$$

Or
$$\frac{B_1A}{C_1A} = \frac{c}{b}$$

d'où :
$$\frac{\alpha_1B_0}{\alpha_1C_0} = \frac{c^2 - a^2}{a^2 - b^2},\ \text{etc.}$$

ce qui prouve que P est le point de Steiner du triangle complémentaire $A_0B_0C_0$.

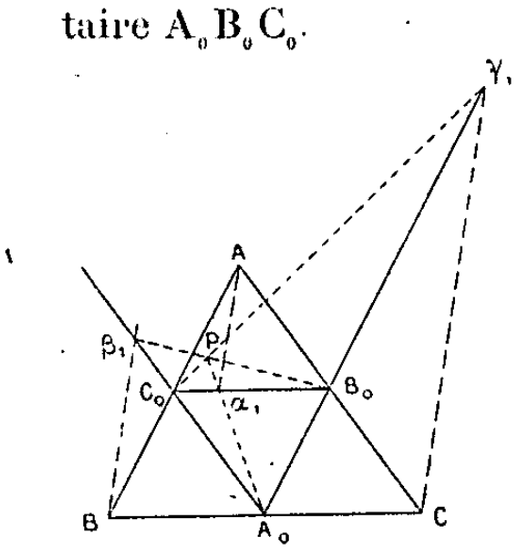


FIG. 1.

Cette démonstration m'a été communiquée par M. J. Neuberg, l'éminent géomètre de Liège, que je suis heureux de remercier ici bien sincèrement.

Essayons de donner de cette question une solution purement synthétique *(fig. 1)*.

Par les sommets d'un triangle ABC, menons trois transversales parallèles, qui coupent respectivement les côtés B_0C_0, A_0C_0, A_0B_0 du triangle complémentaire en α_1, β_1, γ_1.

Supposons d'abord le rayon $A\alpha_1$ dans l'intérieur de ABC: on aura :

$$\frac{C_0\alpha_1}{B_0\alpha_1} = \frac{\sin C_0A\alpha_1}{\sin B_0A\alpha_1}\cdot\frac{\sin C}{\sin B};\quad \frac{A_0\beta_1}{C_0\beta_1} = \frac{\sin(B+\beta_1BA)}{\sin\beta_1BA}\cdot\frac{\sin A}{\sin C}$$

$$\frac{B_0\gamma_1}{A_0\gamma_1} = \frac{\sin BC\gamma_1}{\sin(C+B_0C\gamma_1)}\cdot\frac{\sin B}{\sin A}.$$

Or $$C_0A\alpha_1 = AB\beta_1;\quad \alpha_1AB_0 = B_0C\gamma_1$$

et $$\beta_1BC + BC\gamma_1 = 180^0$$

donc $$\frac{C_0\alpha_1}{B_0\alpha_1}\cdot\frac{A_0\beta_1}{C_0\beta_1}\cdot\frac{B_0\gamma_1}{A_0\gamma_1} = 1.$$

Théorème : Les trois droites $A_0\alpha_1$, $B_0\beta_1$, $C_0\gamma_1$ se coupent en un même point P.

Les deux droites $B\beta_1$ et $C\gamma_1$ étant parallèles, les ponctuelles β_1 sur A_0C_0 et γ_1 sur A_0B_0 sont homographiques.

Les trois faisceaux $B_0\beta_1$, $C_0\gamma_1$ $A_0\alpha_1$ sont donc homographiques et le lieu de P est une conique circonscrite au triangle $A_0B_0C_0$.

Supposons $C\gamma_1$ parallèle à A_0B_0; $C_0\gamma_1$ coïncide alors avec BA et $B_0\beta_1$ coïncide avec la ligne des centres B_0C_0; il en résulte que la tangente à la conique au point C_0 est parallèle à A_0B_0; de même pour A_0 et B_0.

Théorème : Lorsque la direction des rayons parallèles change, le lieu du point P est l'ellipse de Steiner du triangle $A_0B_0C_0$.

Dans le cas particulier où les droites $A\alpha_1$ $B\beta_1$, $C\gamma_1$ sont perpendiculaires à la droite d'Euler OH du triangle ABC, on sait d'après 2 et 5 du théorème de Schroeter que les droites $A_0\alpha_1$, $B_0\beta_1$, $C_0\gamma_1$ se coupent en un point P de la circonférence circonscrite au triangle $A_0B_0C_0$; d'après le théorème précédent elles se coupent aussi sur l'ellipse de Steiner du triangle $A_0B_0C_0$.

Le point P est donc le point de Steiner de $A_0B_0C_0$.

De même d'après Schroeter 5, les droites $A_1\alpha_1$, $B_1\beta_1$, $C_1\gamma_1$ se coupent en un point P_1 de la circonférence $A_0B_0C_0$. On trouverait aisément pour les coordonnées normales de ce point

$$x:y:z = \frac{a}{b^2-c^2}:\frac{b}{c^2-a^2}:\frac{c}{a^2-b^2}$$

$$= \frac{1}{\sin(B-C)}:\frac{1}{\sin(C-A)}:\frac{1}{\sin(A-B)}$$

Posons $$\begin{vmatrix} A_0A_1 \\ B_1C_1 \end{vmatrix} \equiv \delta \qquad \begin{vmatrix} B_0B_1 \\ C_1A_1 \end{vmatrix} \equiv \varepsilon \qquad \begin{vmatrix} C_0C_1 \\ A_1B_1 \end{vmatrix} \equiv \xi$$

THÉORÈME II

Les points δ, ε, ς sont en ligne droite. Cette droite est harmoniquement associée au point D, centre d'homologie du triangle $A_0 B_0 C_0$ et de son premier triangle de Brocard $A'_0 B'_0 C'_0$.

Elle est en outre harmoniquement associée au centre du cercle inscrit du triangle $A_1 B_1 C_1$.

En effet les droites $B_1 C_1$ et BC se coupent en δ ; on a dans le quadrilatère inscriptible $A_1 A_0 B_1 C_1$.

$$\delta A_1 \cdot \delta A_0 = \delta B_1 \cdot \delta C_1$$

Dans le quadrilatère inscriptible BCB_1C_1 on a de même :

$$\delta B \cdot \delta C = \delta B_1 \cdot \delta C_1$$

Donc :

$$\delta B \cdot \delta C = \delta B_1 \cdot \delta C_1$$

Le point δ appartient à l'axe radical des circonférences ABC et $A_0 B_0 C_0$;

Théorème : $\delta \varepsilon \varsigma$ est une ligne droite perpendiculaire sur la droite d'Euler du triangle ABC et parallèle aux droites $A\alpha_1$, $B\beta_1$, $C\gamma_1$.

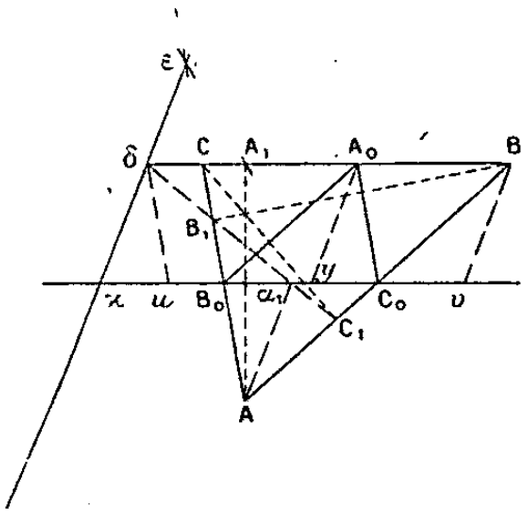


FIG. 2.

Dans le quadrilatère complet CBC_1B_1, AA_1 est la polaire de δ ; il en résulte :

Théorème $\delta \varepsilon \varsigma$ est la polaire trilinéaire du point d'intersection H des droites AA_1, BB_1, CC_1, l'orthocentre du triangle ABC et par conséquent le centre du cercle inscrit du triangle $A_1 B_1 C_1$ *(fig. 2)*.

Comme $B_1C = a \cos B$; $C_1A = b \cos A$; $CB_1 = a \cos C$; $AB_1 = c \cos A$, on a en utilisant le théorème de Ménélaus pour le triangle ABC coupé par B_1C_1 :

$$\frac{a \cos C}{c \cos A} \cdot \frac{b \cos A}{a \cos B} \cdot \frac{\delta B}{\delta C} = 1 \quad \frac{\delta B}{\delta C} = \frac{c \cos B}{b \cos C}$$

de là :

$$\frac{\delta B}{a^2 + c^2 - b^2} = \frac{\delta C}{a^2 + b^2 - c^2} = \frac{a}{2(c^2 - b^2)}$$

$$\delta B = \frac{a(a^2 + c^2 - b^2)}{2(c^2 - b^2)}$$

$$\delta C = \frac{a(a^2 + b^2 - c^2)}{2(c^2 - b^2)}$$

On a vu que $A\alpha_1$ divisait B_0C_0 suivant le rapport :

$$\frac{B_0\alpha_1}{c^2-a^2} = \frac{C_0\alpha_1}{a^2-b^2} = \frac{a}{2(c^2-b^2)},$$

de là :

$$B_0\alpha_1 = \frac{a(c^2-a^2)}{2(c^2-b^2)}$$

$$C_0\alpha_1 = \frac{a(a^2-b^2)}{2(c^2-b^2)}$$

La droite $\delta\varepsilon\zeta$ parallèle à $A\alpha_1$ coupe B_0C_0 en x; menons δu et $B\rho$ respectivement parallèles à CB_0 et à $A\alpha_1$, on aura : les triangles $x\delta u$ et $B_0A\alpha_1$ sont égaux ainsi que les triangles $BC_0\rho$ et $AC_0\alpha_1$, donc :

$$xB_0 = xu + C\delta = B_0\alpha_1 + C\delta = \frac{ab^2}{2(c^2-b^2)}$$

$$xC_0 = x\rho - \rho C_0 = \delta B - C_0\alpha_1 = \frac{ac^2}{2(c^2-b^2)}$$

$$\frac{xB_0}{xC_0} = \frac{b^2}{c^2} = \frac{\overline{A_0C_0}^2}{\overline{A_0B_0}^2}$$

Soit y le conjugué harmonique de x par rapport à B_0C_0, on aura :

$$\frac{yB_0}{yC_0} = \frac{\overline{A_0C_0}^2}{\overline{A_0B_0}^2}.$$

Il résulte de cette dernière relation que la droite A_0y dans le triangle $A_0B_0C_0$ est la conjuguée isotomique de la symédiane issue du point A_0 et que, par conséquent, A_0y passe par le centre D d'homologie du triangle $A_0B_0C_0$ et de son premier triangle de Brocard, d'où la première partie du théorème 2.

Les deux triangles $A_0B_0C_0$ et $A_1B_1C_1$ étant inscrits dans une même conique sont aussi circonscrits à une même conique ; il est facile de prouver que cette conique est une parabole admettant P comme foyer *(fig. 3)*.

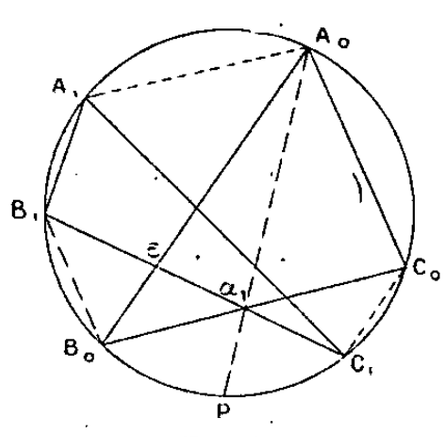


FIG. 3.

Il est d'abord clair qu'il existe une parabole de foyer P tangente aux côtés du triangle $A_0B_0C_0$; prouvons qu'elle est aussi tangente à la droite B_1C_1 ; B_1C_1 coupe A_0B_0 en E et B_0C_0 en α_1 ; il suffira de prouver que $B_0E\alpha_1P$ est un quadrilatère inscriptible. Comme A_0A_1, B_0B_1, C_0C_1 sont respectivement parallèles à C_0B_0, A_0C_0, A_0B_0 on a d'abord les égalités :

$$A_0B_1 = A_0C_1 = B_0C_0$$
$$B_0A_1 = B_0C_1 = A_0C_0$$
$$C_0A_1 = C_0B_1 = A_0B_0$$

D'où le petit théorème :

Les circonférences décrites des sommets d'un triangle comme centres, avec les côtés opposés, se coupent deux à deux en trois points sur la circonférence circonscrite au triangle:

Comme $B_0C_1 = A_0C_0$ on a angle $B_0A_0C_1 = A_0B_0C_0 = B_0$,

Comme $A_0B_1 = B_0C_0$ on a angle $A_0C_0B_1 = B_0A_0C_0 = A_0$.

Donc $$B_0E\alpha_1 = A_0 + B_0 = 180 - C_0.$$

Or $$B_0PA_0 = B_0C_0A_0 = C_0.$$

Le quadrilatère $B_0E\alpha_1P$ est donc inscriptible et par conséquent :

THÉORÈME III

Dans tout triangle les côtés des deux triangles complémentaire et orthique sont tangents à une même parabole dont le foyer est le point de Steiner du triangle complémentaire.

REMARQUE : Je réserve pour un autre travail plusieurs propriétés de cette parabole.

Les droites de Simson du point P par rapport aux deux triangles $A_0B_0C_0$ et $A_1B_1C_1$ coïncident ; c'est la tangente au sommet de la parabole.

On sait que la droite de Simson relative au point de Steiner d'un triangle est parallèle au diamètre de Brocard de ce triangle. On sait en outre que pour un point du cercle circonscrit à un triangle, le point inverse (conjugué isogonal) est à l'infini sur une direction perpendiculaire à la droite de Simson de ce point. Donc :

THÉORÈME IV

Le point P admet le même point inverse par rapport aux deux triangles $A_0B_0C_0$ et $A_1B_1C_1$; c'est le point à l'infini sur la droite de Brocard du triangle $A_0B_0C_0$. Ce théorème admet une généralisation intéressante :

Supposons deux triangles quelconques inscrits dans une même circonférence ; ABC et $A_1B_1C_1$: cherchons l'angle φ que forment les droites de Simson d'un point P par rapport aux deux triangles.

Soit d'abord un triangle ABC. De A on abaisse la hauteur AA_1 sur BC ; AA_1 coupe la circonférence circonscrite en A′ et l'on sait que $A_1H = A_1A'$. Menons par H une droite quelconque Δ qui coupe BC en α. A′α rencontre en P la circonférence circonscrite et il est facile de démontrer que la droite de Simson du point P est parallèle à Δ.

De là un moyen très simple de construire le point P auquel correspond une droite de Simson de direction donnée.

Abaissons de P la perpendiculaire PL sur BC ; cette droite coupe en L la circonférence circonscrite. On a angle $PLA = LAA' = AA'P = A'H\alpha$.

Donc AL est parallèle à Δ.

Théorème : D'un point P de la circonférence circonscrite au triangle ABC, on abaisse sur le côté BC une perpendiculaire rencontrant en L la circonférence. La droite AL est parallèle à la droite de Simson du point P.

Soient maintenant les deux triangles ABC et A′B′C′. Abaissons de P les deux droites PL et PL′ respectivement perpendiculaires sur BC et B′C′.

Les droites AL et A′L′ donneront les directions des deux droites de Simson de P relatives à ces deux triangles.

$$\text{Mesure de } \varphi = \frac{1}{2}\text{ arc } AA' + \frac{1}{2}\text{ arc } LL' ;$$

$$\text{Or, arc } LL' = \text{arc } BB' + \text{arc } CC', \text{ donc}$$

$$\text{Mesure de } \varphi = \frac{\text{arc } (AA' + BB' + CC')}{2}.$$

Il est facile de modifier cette formule lorsque les arcs AA′, BB′, CC′ ne sont pas tous de même sens *(fig. 4)*.

Théorème : Deux triangles ABC et A′B′C′ sont inscrits dans une même circonférence Les droites de Simson de ces triangles relatives à un point P quelconque de la circonférence se coupent sous un angle constant.

Ainsi que je l'ai proposé dans Mathésis, question 1010, on peut démontrer que le lieu du point d'intersection de ces droites, lorsque P parcourt la circonférence est une conique.

Dans le cas particulier des deux triangles qui nous occupe, les droites de Simson relatives au point P coïncident. Pour tous les points de la circonférence, elles seront donc parallèles.

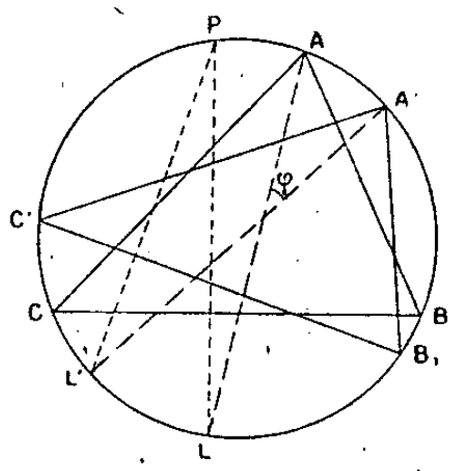


FIG. 4.

THÉORÈME V

Chaque point de la circonférence a, par rapport aux deux triangles $A_0B_0C_0$ et $A_1B_1C_1$, le même point inverse.

Considérons encore le point P_1 ; soit dans le triangle $A_1B_1C_1$, $A_1\alpha_3$ la conjuguée isogonale de $A_1\alpha_1$ P_1. Le point infini de $A_1\alpha_3$ sera donc le point inverse de P_1 par rapport au triangle $A_1B_1C_1$ et aussi par rapport à $A_0B_0C_0$.

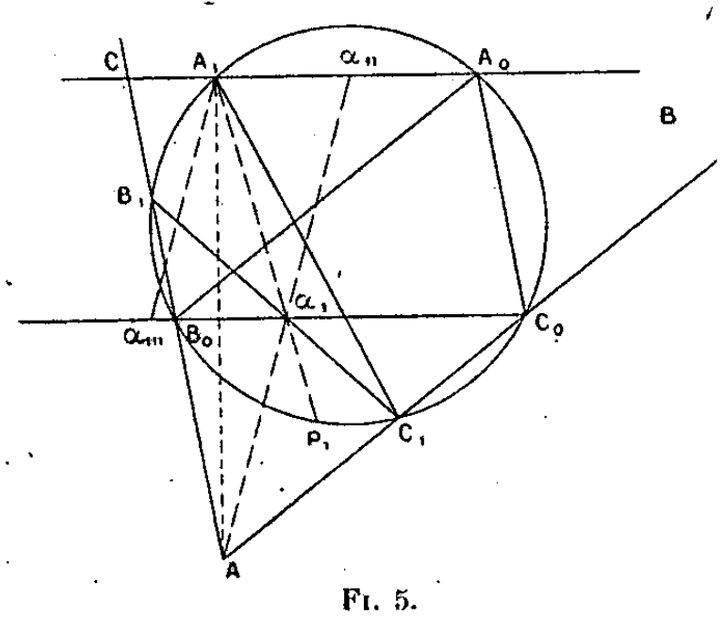


FIG. 5.

Or $A\alpha_1$, coupe A_0A_1 en α_2 de manière à ce que $A\alpha_1 = \alpha_1\alpha_2$ et comme le triangle $AA_1\alpha_2$ est rectangle, $A_1\alpha_1 = \alpha_1 A = \alpha_1\alpha_2$; donc angle $A_1A\alpha_1 = \alpha_1A_1A$.

Mais AA_1 est la bissectrice de l'angle $B_1A_1C_1$, donc aussi celle de l'angle $\alpha_3A_1\alpha_1$ et par conséquent $A_1A\alpha_1 = \alpha_1A_1A = \alpha_3A_1A$; donc $A_1\alpha_3$ est parallèle à $A\alpha_1$. Mais nous avons démontré que $A\alpha_1$ perpendiculaire à OH était parallèle à $\delta\varepsilon\xi$ de là *(fig. 5)* :

THÉORÈME VI

Le point P_1 a le même point inverse à l'infini par rapport aux deux triangles $A_0B_0C_0$ et $A_1B_1C_1$. C'est le point à l'infini sur $\delta\varepsilon\xi$, axe radical du cercle ABC et du cercle d'Euler du triangle ABC.

M. Alexandre MACFARLANE

Professeur à l'Université Leihgh, South Bethleem, Pennsylvanie.

SUR LA RÉSOLUTION DE L'ÉQUATION DU TROISIÈME DEGRÉ (*)

[A3k]

— Séance du 7 août 1897 —

Dans une note sur « l'Application du calcul hyperbolique à la décharge d'un condensateur », que j'ai récemment communiquée à l'Institut américain des Ingénieurs électriciens, j'ai fait voir que la résolution de l'équation de second degré peut recevoir une double interprétation, et j'ai formulé comme il suit mon opinion à ce sujet :

En ce qui concerne les racines, une équation de second degré a deux racines réelles, ou n'en a aucune ; la transition entre ces deux cas a lieu lorsque les racines sont égales. Mais dans le cas général il y a des racines réelles et des racines imaginaires. A l'égard des racines imaginaires, une équation du second degré a, soit deux racines *hyperboliques* conjuguées, ou deux racines *circulaires* conjuguées, le cas intermédiaire se produisant lorsqu'elles sont *rectilignes*.

Dans la présente note je me propose de montrer quelle lumière cette considération tirée des équations du second degré jette sur la théorie de l'équation du troisième.

Si l'on se reporte à l'exposition qu'on donne ordinairement dans les livres classiques de la résolution de l'équation du troisième degré, la méthode de Cardan et la méthode trigonométrique sont traitées comme si elles étaient distinctes et indépendantes. Par exemple, Carr dit : « On doit faire attention au signe de $\frac{r^2}{4}+\frac{q^3}{27}$; suivant que cette somme sera positive ou négative, la méthode de Cardan, ou la méthode trigonométrique sera applicable. Dans le premier cas,

(*) Traduit par M. Ed. Collignon.

l'équation aura une racine réelle et deux racines imaginaires ; dans le second, les trois racines seront réelles (*). » La méthode générale développée dans la présente note réunit ces deux méthodes partielles en une méthode générale applicable à tous les cas.

L'équation générale du troisième degré, privée de second terme, a la forme

$$x^3 + qx - r = 0,$$

en appelant $-r$, au lieu de $+r$, le terme indépendant, ce qui est sans inconvénient; et la formule de Cardan est alors

$$x = \left(\frac{r}{2} + \sqrt{\frac{q^3}{27} + \frac{r^2}{4}}\right)^{\frac{1}{3}} + \left(\frac{r}{2} - \sqrt{\frac{q^3}{27} + \frac{r^2}{4}}\right)^{\frac{1}{3}}$$

A l'exception de certains cas particuliers, qu'on examinera plus loin, chacun des binomes qui figurent dans la solution, peut être considéré comme un *verseur*, c'est-à-dire comme une quantité comprenant à la fois une longueur (amplitude) et un angle soit circulaire, soit hyperbolique. Si $\frac{q^3}{27} + \frac{r^2}{4}$ est positif, la somme $\frac{r}{2} + \sqrt{\frac{q^3}{27} + \frac{r^2}{4}}$ est une *quantité complexe hyperbolique*. Si $\frac{q^3}{27} + \frac{r^2}{4}$ est négatif, la même somme est une *quantité complexe circulaire*. Quoi qu'il en soit, nous désignerons le premier binome de la formule par z_1 et le second par z_2.

Le cas du binome hyperbolique se subdivise en deux cas particuliers, suivant que $\frac{q^3}{27}$ est négatif ou positif.

Premier cas hyperbolique : $\frac{q^3}{27}$ négatif, mais moindre en valeur absolue que $\frac{r^2}{4}$. Il en résulte que $\frac{q}{3}$ est négatif. La quantité complexe hyperbolique z_1 a une abscisse et une ordonnée positive, et la première est plus grande que la seconde. Elle peut donc être représentée par le verseur hyperbolique AOP (*fig. 1*). L'abscisse $OM = \frac{r}{2}$, et l'ordonnée $MP = \sqrt{\frac{q^3}{27} + \frac{r^2}{4}}$.

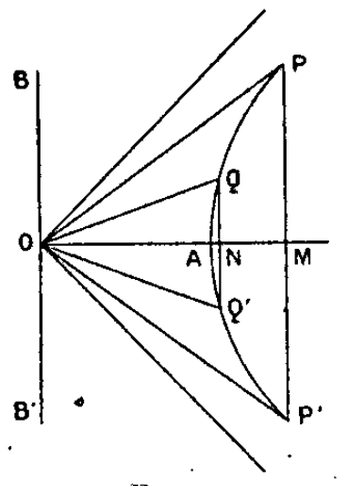


FIG. 1.

(*) Transactions de l'Institut américain des Ingénieurs électriciens, mai 1897.

(**) *Synopsis de Mathématiques*, p. 129.

L'*amplitude* $\mathrm{OA} = \sqrt{\frac{r^2}{4} - \left(\frac{q^3}{27} + \frac{r^2}{4}\right)} = \sqrt{-\frac{q^3}{27}}$, quantité réelle.

Le cosinus hyperbolique de z_1 est le rapport $\frac{\mathrm{OM}}{\mathrm{OA}}$, c'est-à-dire $\frac{r}{2\sqrt{-\frac{q^3}{27}}}$.

Par conséquent, si nous employons le symbole $\llcorner$ pour séparer l'angle de l'amplitude (cette notation est employée par les écrivains qui s'occupent d'électricité pour séparer la *phase* de l'*amplitude*, c'est-à-dire l'*argument* du *module*, dans le cas des quantités complexes circulaires), nous pouvons écrire

$$z_1 = \sqrt{\frac{-q^3}{27}} \llcorner \cos h^{-1} \frac{r}{2\sqrt{\frac{-q^3}{27}}} \quad (*)$$

De même on aura

$$z_2 = \sqrt{\frac{-q^3}{27}} \llcorner -\cos h^{-1} \frac{r}{2\sqrt{\frac{-q^3}{27}}}$$

La racine cubique d'une quantité complexe hyperbolique s'obtient en extrayant la racine cubique de l'amplitude, et en prenant le tiers de l'angle hyperbolique, comme on le fait pour les complexes circulaires.

Par conséquent on aura

$$z_1^{\frac{1}{3}} = \sqrt{\frac{-q}{3}} \llcorner \frac{1}{3} \cos h^{-1} \frac{r}{2\sqrt{-\frac{q^3}{27}}}$$

$$z_2^{\frac{1}{3}} = \sqrt{\frac{-q}{3}} \llcorner -\frac{1}{3} \cos h^{-1} \frac{r}{2\sqrt{-\frac{q^3}{27}}}$$

Ajoutant ces deux quantités conjuguées, nous obtenons le double de la partie réelle commune à chacune et il vient

$$x = z_1^{\frac{1}{3}} + z_2^{\frac{1}{3}} = 2\sqrt{-\frac{q}{3}} \cos h \llcorner \frac{1}{3} \cos h^{-1} \frac{r}{2\sqrt{-\frac{q^3}{27}}}.$$

(*) Par la notation $\cos h^{-1}$ on entend l'*arc dont le cosinus hyperbolique* est la quantité indiquée.

Dans la figure 1, AOP′ représente la quantité z_2 ; les verseurs AOQ, AOQ′, réduits dans le rapport de $\sqrt{-\frac{q}{3}}$ à $\sqrt{-\frac{q^3}{27}}$, représentent respectivement $z_1^{\frac{1}{3}}$ et $z_2^{\frac{1}{3}}$; le double de ON, diminué dans la même proportion, représente la valeur de x.

Second cas hyperbolique : $\frac{q^3}{27}$ positif. — Il en résulte que $\frac{q}{3}$ est positif. La quantité complexe hyperbolique z_1 a alors une abscisse et une ordonnée positive, mais la dernière est la plus grande des deux. Elle est représentée par le verseur OBP de l'hyperbole conjuguée *(fig. 2)*. L'ordonnée OM représente

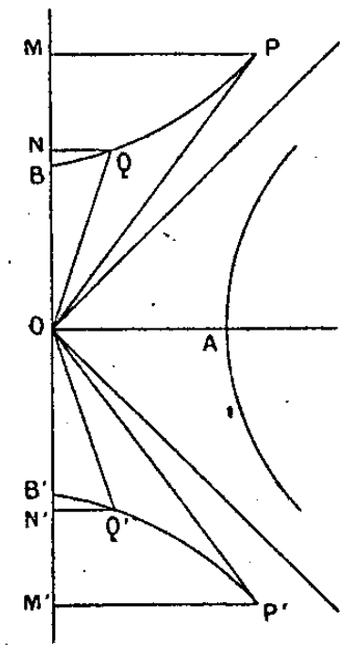


FIG. 2.

$$\sqrt{\frac{q^3}{27}+\frac{r^2}{4}-\frac{r^2}{4}}=\sqrt{\frac{q^3}{27}}$$

et le sinus hyperbolique de z_1 est $\frac{r}{2\sqrt{\frac{q^3}{27}}}$.

On aura donc

$$z_1=\sqrt{\frac{q^3}{27}}\;\Big|\;\sin h^{-1}\frac{r}{2\sqrt{\frac{q^3}{27}}},$$

et de même $$z_2=\sqrt{\frac{q^3}{27}}\;\Big|\;-\sin h^{-1}\frac{r}{2\sqrt{\frac{q^3}{27}}},$$

$$\left(\text{ces notations étant mises à la place de arc sin } h\ \frac{r}{2\sqrt{\frac{q^3}{27}}}\right).$$

On en déduit

$$z_1^{\frac{1}{3}}=\sqrt{\frac{q}{3}}\;\Big|\;\frac{1}{3}\sin h^{-1}\frac{r}{2\sqrt{\frac{q^3}{27}}},$$

$$z_2^{\frac{1}{3}}=\sqrt{\frac{q}{3}}\;\Big|\;-\frac{1}{3}\sin h^{-1}\frac{r}{2\sqrt{\frac{q^3}{27}}},$$

et enfin

$$x = 2\sqrt{\frac{q}{3}}\ \sin h\left(\frac{1}{3}\sin h^{-1}\frac{r}{2\sqrt{\frac{q^3}{27}}}\right)$$

Dans la figure 2, le verseur OBQ, réduit dans le rapport de $\sqrt{\frac{q}{3}}$ à $\sqrt{\frac{q^3}{27}}$, représente $z_1^{\frac{1}{3}}$; OB'Q', réduit de même, représente $z_2^{\frac{1}{3}}$, et 2 NQ, diminué dans ce même rapport, représente la valeur de x.

Cas de la solution circulaire : $\frac{q^3}{27}$ est négatif, et plus grand en valeur absolue que $\frac{r^2}{4}$; le nombre $\frac{q}{3}$ est aussi négatif. Si l'on rend positive la quantité sous le radical, la formule prend la forme

$$x = \left(\frac{r}{2} + \sqrt{-1}\sqrt{-\frac{q^3}{27} - \frac{r^2}{4}}\right)^{\frac{1}{3}} + \left(\frac{r}{2} - \sqrt{-1}\sqrt{-\frac{q^3}{27} - \frac{r^2}{4}}\right)^{\frac{1}{3}}$$

La première quantité complexe z_1 est représentée *(fig. 3)* par le verseur AOP ; OM représente $\frac{r}{2}$, et MP le radical $\sqrt{-\frac{q^3}{27} - \frac{r^2}{4}}$.

La seconde, z_2, est représentée semblablement par le verseur AOP'.

L'amplitude OA de z_1 est égale à

$$\sqrt{\frac{r^2}{4} + \left(-\frac{q^3}{27} - \frac{r^2}{4}\right)} = \sqrt{-\frac{q^3}{27}},$$

et le cosinus de z_1 est $\frac{r}{2\sqrt{-\frac{q^3}{27}}}$.

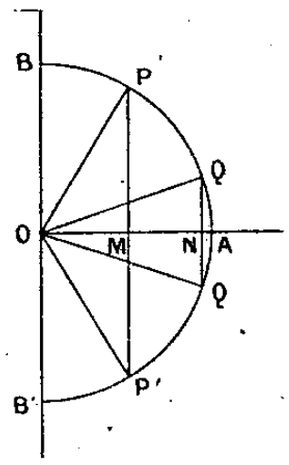


FIG. 3.

Par conséquent

$$z_1 = \sqrt{-\frac{q^3}{27}}\left\lfloor \cos^{-1}\frac{r}{2\sqrt{-\frac{q^3}{27}}},\right.$$

$$z_2 = \sqrt{-\frac{q^3}{27}}\left\lfloor -\cos^{-1}\frac{r}{2\sqrt{-\frac{q^3}{27}}},\right.$$

la notation $\cos^{-1}$ indiquant l'*arc cosinus* de la quantité désignée ; on en déduit, en extrayant la racine cubique,

$$z_1^{\frac{1}{3}} = \sqrt{-\frac{q}{3}} \left| \frac{1}{3}\cos^{-1}\frac{r}{2\sqrt{-\frac{q^3}{27}}}, \right.$$

$$z_2^{\frac{1}{3}} = \sqrt{-\frac{q}{3}} \left| -\frac{1}{3}\cos^{-1}\frac{r}{2\sqrt{-\frac{q^3}{27}}}, \right.$$

et en définitive

$$x = 2\sqrt{-\frac{q}{3}}\cos\left(\frac{1}{3}\cos^{-1}\frac{r}{2\sqrt{-\frac{q^3}{27}}}\right).$$

Recherche des deux autres racines.

Désignons par φ l'angle dont le cosinus est $2\dfrac{r}{\sqrt{-\dfrac{q^3}{27}}}$. Dans le cas des racines circulaires, les deux autres racines s'obtiennent en ajoutant à φ les angles 2π et 4π, et l'on a pour les trois racines

$$x_1 = 2\sqrt{-\frac{q}{3}}\cos\frac{\varphi}{3},$$

$$x_2 = 2\sqrt{-\frac{q}{3}}\cos\frac{\varphi + 2\pi}{3},$$

$$x_3 = 2\sqrt{-\frac{q}{3}}\cos\frac{\varphi + 4\pi}{3}.$$

Ces trois racines sont réelles, parce que les angles φ, 2π, 4π, sont comptés dans le cercle, et que les cosinus, quand on les développe, comprennent deux termes qui s'ajoutent directement l'un à l'autre.

Dans le cas des racines hyperboliques, on peut représenter les angles par $i\varphi$, i tenant la place de l'imaginaire $\sqrt{-1}$. La première racine, dans le premier cas hyperbolique, s'exprime par la formule

$$x_1 = 2\sqrt{-\frac{q}{3}}\cos\frac{i\varphi}{3}.$$

Les deux autres racines s'en déduisent en ajoutant à l'angle hyperbolique $i\varphi$ les angles circulaires 2π et 4π, ce qui donne

$$x_2 = 2\sqrt{-\frac{q}{3}}\cos\frac{i\varphi + 2\pi}{3},$$

$$x_3 = 2\sqrt{-\frac{q}{3}}\cos\frac{i\varphi + 4\pi}{3}.$$

Nous devons chercher la signification de ces deux nouvelles racines dans le cas hyperbolique. Dans des notes précédentes (*), j'ai recherché la signification de l'angle complexe $\theta + i\varphi$, et j'ai montré que le théorème pour le cosinus ou le sinus de la somme de deux angles s'applique encore à la somme d'une partie réelle et d'une partie imaginaire.

Soit POQ l'angle hyperbolique *(fig. 4)* et AOP l'angle circulaire.

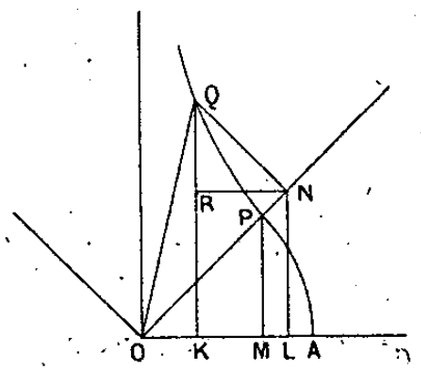


FIG. 4.

Menons les perpendiculaires PM, QK à OA, QN à OP. Par le point N menons NR et NL, perpendiculaires respectivement à OA et à PM. On aura

$$\cos\theta = \frac{OM}{OA},\ \sin\theta = \frac{MP}{OA},$$

$$\cos i\varphi = \frac{ON}{OP},\ \sin i\varphi = \frac{NQ}{OP},$$

$$\cos(\theta + i\varphi) = \frac{OK}{OA},\ \sin(\theta + i\varphi) = \frac{KQ}{OA},$$

Il est évident par la construction que l'on a

$$OK = OA\left(\frac{OM}{OA}\frac{ON}{OP} - \frac{MP}{OA}\frac{NQ}{OP}\right)$$

$$= OA(\cos\theta\cos h\varphi - i\sin\theta\sin h\varphi;$$

mais, d'après les principes de l'analyse,

$$\cos(\theta + i\varphi) = \cos\theta\cos h\varphi - i\sin\theta\sin h\varphi.$$

De là, nous concluons que le facteur i doit être appliqué au second terme de l'expression de OK. Il ne s'ensuit pas que les deux termes

(*) *Définition des fonctions trigonométriques*, p. 48, et *Principes de l'analyse elliptique et de l'analyse hyperbolique*, p. 25.

doivent être pris à angle droit l'un sur l'autre ; la formule n'est qu'une formule algébrique ordinaire, dans laquelle entre le facteur imaginaire $i = \sqrt{-1}$. Telle est l'interprétation de cette quantité complexe.

En appliquant cette interprétation au cas hyperbolique des racines de l'équation du troisième degré, nous voyons ce que signifient, au point de vue trigonométrique, les deux racines additionnelles x_2 et x_3. Car

$$\cos\frac{2\pi + i\varphi}{3} = -\frac{1}{2}\cos h\frac{\varphi}{3} - i\frac{\sqrt{3}}{2}\sin h\frac{\varphi}{3},$$

$$\cos\frac{4\pi + i\varphi}{3} = -\frac{1}{2}\cos h\frac{\varphi}{3} + i\frac{\sqrt{3}}{2}\sin h\frac{\varphi}{3}.$$

Dans la *fig. 5*, AOQ_1 représente $\frac{i\varphi}{3}$, AOP_2 est l'angle de $\frac{2\pi}{3}$, et AOP_3 l'angle de $\frac{4\pi}{3}$; P_2OQ_2 et P_3OQ_3 représentent chacun $\frac{i\varphi}{3}$. Donc OK_2, qui est la somme de OL_2 et de L_2K_2, représente $\cos\frac{2\pi + i\varphi}{3}$; OK_3, différence de OL_2 et de L_2K_2, représente $\cos\frac{4\pi + i\varphi}{3}$.

Dans les autres cas de la solution hyperbolique les deux autres racines complexes ont les mêmes caractères. Aussi, excepté certains cas singuliers, les trois racines de l'équation du troisième degré sont *linéaires* et non *planes*, en ce sens qu'elles sont représentées toutes trois par des segments portés le long de l'axe des abscisses.

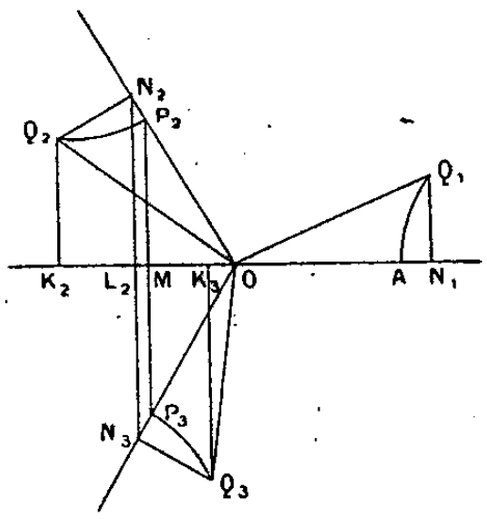


FIG. 5.

Quand on change r en $-r$ dans l'équation, cela entraîne le changement de signe de l'abscisse; mais les racines n'en sont pas moins représentées par des segments portés sur l'axe des abscisses. Elles changent de signe simplement.

CAS PARTICULIERS DE L'ÉQUATION DU TROISIÈME DEGRÉ

La construction hyperbolique est en défaut quand q est nul. Les racines sont alors

$$x_1 = \sqrt[3]{r},$$

$$x_2 = \sqrt[3]{r} \quad \Big| \frac{2\pi}{3},$$

$$x_3 = \sqrt[3]{r} \quad \Big| \frac{2'\pi}{3}.$$

Les deux racines additionnelles sont alors *planes*, et non linéaires.

La construction devient encore impossible lorsque le radical s'évanouit, en passant de la région hyperbolique à la région circulaire.

Les racines sont alors

$$x_1 = 2\sqrt{-\frac{q}{3}},$$

$$x_2 = 2\sqrt{-\frac{q}{3}} \quad \Big| \frac{2\pi}{3},$$

$$x_3 = 2\sqrt{-\frac{q}{3}} \quad \Big| \frac{4\pi}{3},$$

Les deux racines additionnelles sont planes et non portées sur une même droite.

Lorsque $r = 0$, la formule générale est en défaut. Mais l'équation se décompose en deux autres, une du premier degré, une du second degré, et les racines sont

$$x_1 = 0, \qquad x_2 = \sqrt{-q}, \qquad x_3 = -\sqrt{-q}.$$

M. Edmond MAILLET

Ingénieur des Ponts et Chaussées.

SUR L'ÉQUATION INDÉTERMINÉE [I 19 c]

$$ax^{\lambda'} + by^{\lambda'} = cz^{\lambda'}.$$

— *Séance du 7 août 1897* —

I

L'étude de l'équation indéterminée

$$ax^{\lambda'} + by^{\lambda'} = cz^{\lambda'}, \tag{1}$$

où a, b, c sont entiers et premiers à $\lambda > 2$, se ramène à celle du cas où λ est premier impair ou égal à 4. On peut y supposer x, y, z premiers entre eux 2 à 2 ; de même pour a, b, c.

Nous allons considérer dans ce qui suit le cas où x, y, z sont premiers à λ, et où λ est premier impair, exclusivement.

L'équation (1) a donné lieu à de nombreuses études : les plus remarquables, relatives au cas où $t = a = b = c = 1$, sont celles de Sophie Germain et Legendre, Cauchy et Kummer.

Sophie Germain (*) a établi l'impossibilité de

$$x^{\lambda} + y^{\lambda} = z^{\lambda},$$

où λ est premier impair et x, y, z premiers entre eux 2 à 2 et à λ, impossibilité affirmée par Fermat quels que soient λ, x, y, z, pour $\lambda \leqslant 100$. Legendre (**) a étendu la démonstration aux cas où $\lambda < 197$, et aussi au cas où l'on a un nombre premier d'une des formes (***)

(*) LEGENDRE. *Mémoires de l'Institut*, 1823.

(**) — Les renseignements historiques donnés par Edouard Lucas, dans sa Théorie des nombres, au sujet du dernier théorème de Fermat, sont, croyons-nous, en partie erronés. Le mémoire de Legendre comprend des formules indiquées récemment par M. Félix Lucas, dans le *Bull. Soc. Math.* Nous répondons ici en même temps à une question posée dans l'*Intermédiaire des Mathématiciens*.

(***) Une partie de ces résultats se trouve établie à nouveau dans une note de M. WENDT, J. für Math., t. 113, p. 335. Pour l'historique, voir les rapports de SMITH sur la *Théorie des nombres* dans les Reports of the British Association for the Advancement of Sciences, années 1858 et suiv.

$2\lambda+1$, $4\lambda+1$, $8\lambda+1$, $16\lambda+1$, $10\lambda+1$, $14\lambda+1$. Les résultats de Cauchy sont compris comme cas particuliers dans ceux obtenus par Kummer (*). Enfin les résultats de Kummer sont surtout relatifs au cas où $\lambda \leqslant 100$; mais ils s'étendent au cas où x, y, z sont des nombres complexes, premiers ou non à λ, premiers entre eux 2 à 2, et formés avec une racine λ^{me} de l'unité.

D'autres études ne supposent pas $a = b = c = 1$. Nous citerons parmi elles celles de Legendre (**), Dirichlet (***) et Lebesgue (****) relatives au cas où $\lambda \leqslant 5$.

Nous nous proposons ici de faire application d'une des méthodes très simples indiquées par Legendre et permettant d'établir l'impossibilité de l'équation (1) pour une foule de valeurs de a, b, c et λ Nous étendrons ainsi en particulier les résultats de Sophie Germain et Legendre au cas où $\lambda < 223$, en supposant x, y, z premiers entre eux 2 à 2 et à λ, a, b, c premiers entre eux 2 à 2 et à λ.

D'autre part, nous établirons par les méthodes de Kummer le théorème suivant :

THÉORÈME. — L'équation indéterminée $x^{\lambda^t} + y^{\lambda^t} + z^{\lambda^t} = 0$ où λ est premier, est toujours impossible en nombres entiers complexes formés avec les racines λ^{mes} de l'unité, mais premiers entre eux 2 à 2 et à λ, pour une valeur de t limitée supérieurement en fonction de λ, quand $\lambda > 3$.

II

Considérons l'équation (1) avec les conditions précitées pour a, b, c, x, y, z. Nous nous appuierons sur le lemme suivant, établi, par exemple, par Kummer :

LEMME. — Si A_0 est le reste de la division de A par λ, on aura $A^{\lambda^t} \equiv A_0^{\lambda^t} \pmod{\lambda^{t+1}}$.

En effet on aura :

$$\begin{aligned}
A &= A_0 + \text{mult. de } \lambda \\
A^\lambda &= A_0^\lambda + \text{mult. de } \lambda^2 \\
A^{\lambda^2} &= A_0^{\lambda^2} + \text{mult. de } \lambda^3 \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots \\
A^{\lambda^t} &= A_0^{\lambda^t} + \text{mult. de } \lambda^{t+1} \equiv A_0^{\lambda^t} \pmod{\lambda^{t+1}}.
\end{aligned}$$

(*) KUMMER, J. de Math., t. 16, et Abh. der Akad. d. W. zu Berlin, années 1857 et suiv.
(**) *Théorie des nombres*, 3me édition, et mémoire précité.
(***) *Œuvres complètes.*
(****) *J. de Math.*

L'équation (1) donne, si x_0, y_0, z_0 sont les restes de la division de x, y, z respectivement par λ :

$$(2) \qquad a x_0^{\lambda^t} + b y_0^{\lambda^t} \equiv c z_0^{\lambda^t} \pmod{\lambda^{t+1}}.$$

On en tire

$$a x_0^{\lambda^t} + b y_0^{\lambda^t} - c z_0^{\lambda^t} \equiv a (x_0^{\lambda^t - 1})^{\lambda} + b (y_0^{\lambda^t - 1})^{\lambda} - c (z_0^{\lambda^t - 1})^{\lambda}$$
$$\equiv a x_0^{\lambda^t - 1} + b y_0^{\lambda^t - 1} - c z_0^{\lambda^t - 1} \pmod{\lambda},$$

d'après un théorème de Fermat, et, en continuant de la sorte,

$$a x_0^{\lambda^t} + b y_0^{\lambda^t} - c z_0^{\lambda^t} \equiv a x_0^{\lambda^t - 1} + b y_0^{\lambda^t - 1} - c z_0^{\lambda^t - 1} \equiv \cdots$$
$$\equiv a x_0 + b y_0 - c z_0 \equiv 0 \pmod{\lambda}.$$

Posant

$$a \equiv c\alpha, \quad b \equiv c\beta \pmod{\lambda},$$

nous aurons

$$(\alpha x_0 + \beta y_0 - z_0)\, c \equiv 0 \pmod{\lambda},$$

et

$$z_0 \equiv \alpha x_0 + \beta y_0 \not\equiv 0 \pmod{\lambda}.$$

Nous pouvons supposer α et β plus petits que λ et plus grands que 0.

On tire de là, d'après le lemme précédent :

$$z_0^{\lambda^t} \equiv (\alpha x_0 + \beta y_0)^{\lambda^t} \pmod{\lambda^{t+1}},$$

et (2) devient, par élimination de z_0

$$(3) \qquad a x_0^{\lambda^t} + b y_0^{\lambda^t} \equiv c (\alpha x_0 + \beta y_0)^{\lambda^t} \pmod{\lambda^{t+1}}.$$

Soit

$$x_0 t_0 \equiv 1 \pmod{\lambda}, \; y_0 t_0 \equiv \eta_0 \pmod{\lambda}, \text{ avec } \eta_0 < \lambda.$$

On en tire, d'après le même lemme,

$$(x_0 t_0)^{\lambda^t} \equiv 1 \pmod{\lambda^{t+1}}, \; (y_0 t_0)^{\lambda^t} \equiv \eta_0^{\lambda^t} \pmod{\lambda^{t+1}},$$
$$(\alpha x_0 t_0 + \beta y_0 t_0)^{\lambda^t} \equiv (\alpha + \beta \eta_0)^{\lambda^t} \not\equiv 0 \pmod{\lambda^{t+1}}.$$

(3) devient, après multiplication des 2 membres par $t_0^{\lambda^t}$,

$$(4) \qquad a + b \eta_0^{\lambda^t} \equiv c (\alpha + \beta \eta_0)^{\lambda^t} \pmod{\lambda^{t+1}},$$

en sorte que nous pouvons énoncer ce théorème :

THÉORÈME I. — Pour que l'équation indéterminée

$$ax^{\lambda^t} + by^{\lambda^t} = cz^{\lambda^t}$$

(où λ premier, x, y, z 1ers entre eux 2 à 2 et à λ, a, b, c 1ers entre eux 2 à 2 et à λ) admette un système de solutions, il est nécessaire que la congruence

$$a + b\eta_0^{\lambda^t} \equiv c(\alpha + \beta\eta_0)^{\lambda^t} \pmod{\lambda^{t+1}}, \tag{4}$$

où α, β sont les nombres $< \lambda$ qui satisfont aux congruences

$$a \equiv c\alpha, \quad b \equiv c\beta \pmod{\lambda},$$

admette une solution $\eta_0 > 0, < \lambda$, et telle que

$$\alpha + \beta\eta_0 \not\equiv 0 \pmod{\lambda}.$$

REMARQUE. — Pour que la congruence (4) admette une solution η_0, avec $0 < \eta_0 < \lambda$, il sera nécessaire et suffisant, dans un certain nombre de cas, qu'elle admette une solution > 0 et $\leqslant \frac{\lambda - 1}{2}$.

Prenons en effet le cas où a, b, c sont $\equiv 1 \pmod{\lambda^{t+1}}$, ce qui donne $\alpha = \beta = 1$. La congruence (4) devient

$$1 + \eta_0^{\lambda^t} \equiv (1 + \eta_0)^{\lambda^t} \pmod{\lambda^{t+1}}. \tag{5}$$

Si (5) admet une solution $\eta_0 > \frac{\lambda - 1}{2}$, on aura, en posant $\eta_0 = \lambda - h_0$,

$$0 < h_0 \leqslant \frac{\lambda - 1}{2},$$

et

$$1 + (\lambda - h_0)^{\lambda^t} \equiv (1 + \lambda - h_0)^{\lambda^t} \pmod{\lambda^{t+1}},$$

d'où

$$h_0^{\lambda^t} \equiv 1 + (h_0 - 1)^{\lambda^t} \pmod{\lambda^{t+1}},$$

avec $h_0 - 1 \not\equiv 0 \pmod{\lambda}$, d'après le théorème précédent, et

$1 < h_0 \leqslant \frac{\lambda - 1}{2}$. Posant $h_0 = l_0 + 1$, où $0 < l_0 \leqslant \frac{\lambda - 3}{2}$,

on voit que

$$(l_0 + 1)^{\lambda^t} \equiv 1 + l_0^{\lambda^t} \pmod{\lambda^{t+1}},$$

et la congruence (5) admet l_0 comme solution, conformément à ce que nous avons annoncé.

APPLICATIONS

I° : Cas où $t = 1$, $a \equiv b \equiv c \equiv 1 \pmod{\lambda^2}$.

(5) devient ici

$$(6)\quad 1 + \eta_0\lambda \equiv (1 + \eta_0)^\lambda \pmod{\lambda^2}.$$

On vérifiera assez rapidement, comme l'a d'ailleurs indiqué Legendre (*), l'impossibilité de cette congruence quand λ est un des nombres 3, 5, 11 et 17. On peut également la vérifier pour λ égal à 23 et 29. Mais cette congruence est possible pour λ égal à 7, 13, 19 et 31. On trouve, en consultant les tableaux de résidus (mod λ^2) que nous donnons plus loin :

$$(7)\quad \begin{cases} \text{pour } \lambda = 7 \text{ la solution} & \eta_0 = 2, \\ \text{» } \lambda = 13 \text{ » } & \eta_0 = 3, \\ \text{» } \lambda = 19 \text{ » } & \eta_0 = 7, \\ \text{» } \lambda = 31 \text{ » } & \eta_0 = 5. \end{cases}$$

Or, considérons l'équation indéterminée :

$$(8)\quad a x^{2\lambda} + b y^{2\lambda} = c z^{2\lambda},$$

où a, b, c, x, y, z satisfont aux mêmes conditions qu'au théorème 1, et où a, b, c sont $\equiv 1 \pmod{\lambda^2}$.

En raisonnant comme pour le théorème I, on trouve que (8) n'est possible que si (6) admet une solution η_0 telle que $0 < \eta_0 < \lambda$, avec $1 + \eta_0 \not\equiv 0 \pmod{\lambda}$, η_0 et $1 + \eta_0$ étant des résidus quadratiques (mod λ).

D'après ce qui précède, chacune des solutions (7) donne une seconde solution $\lambda - \eta_0 - 1$. On en conclut de suite, en formant les résidus quadratiques pour les valeurs de λ égales à 7, 13, 19 et 31, que (8) n'admet aucune solution quand λ est égal à 7, 19 ou 31.

Enfin nous allons considérer l'équation

$$(9)\quad a x^{197} + b y^{197} = c z^{197}$$

où a, b, c, x, y, z satisfont toujours aux conditions du théorème 1 et où $a \equiv b \equiv c \equiv 1 \pmod{\overline{197}^2}$. Legendre n'a pas établi son impossibilité, même dans le cas particulier où $a = b = c = 1$.

(*) Mémoire précité.

Il suffit pour l'établir, de démontrer l'impossibilité de (6) en formant les résidus $(\text{mod } \overline{197}^2)$ des puissances 197 des 99 premiers nombres. Pour abréger le calcul, on le dirige ainsi qu'il suit : on calcule d'abord le résidu de 2^{197} $(\text{mod } \overline{197}^2)$ en formant les résidus de 2, 2^2, 2^4, 2^8, 2^{16}, 2^{32}, 2^{64}, 2^{128}, $2^{128+64} = 2^{192}$, $2^{192+4} = 2^{196}$, $2^{196+1} = 2^{197}$, et en mettant tous ces résidus sous la forme $m_0 + m_1\lambda$, avec $\lambda = 197$. On en déduit les résidus de $2^{2\lambda} = (2^\lambda)^2$, $2^{3\lambda} = 2^{2\lambda}, 2^\lambda, 2^{4\lambda}, \ldots, 2^{i\lambda}, \ldots$ en remarquant, à titre de vérification, que, si $2^i \equiv n_0 + n_1\lambda \pmod{\lambda^2}$, on a $2^{i\lambda} \equiv n_0 + n'_1\lambda \pmod{\lambda^2}$, avec $n_0, n_1, n'_1 < \lambda$. Le nombre 2 se trouvant être racine primitive (mod λ), en prenant pour i successivement les 98 premiers nombres, nous obtiendrons pour les nombres n_0 98 valeurs différentes. Remarquant alors que, si $n_0 > \frac{\lambda-1}{2}$, on a $\lambda - n_0 \leqslant \frac{\lambda-1}{2}$ et $(\lambda - n_0)^\lambda \equiv -(n_0 + n_1\lambda)^\lambda \equiv -2^{i\lambda} \equiv \lambda - n_0 + (\lambda - n'_1 - 1)\lambda \pmod{\lambda^2}$, on en déduit de suite les résidus (mod λ^2) des 98 premiers nombres. On ne peut pas d'ailleurs trouver dans le tableau de ces résidus un nombre n_0 satisfaisant à la congruence (6), en sorte que l'impossibilité de l'équation (9) se trouve établie.

Or, si l'on prend maintenant λ égal à 199 ou 211, on reconnaît l'existence de nombres premiers $797 = 4.199 + 1$ et $2111 = 10.211 + 1$. D'après les théorèmes de Sophie Germain et Legendre que nous avons rappelés au début, l'impossibilité de l'équation $x^\lambda + y^\lambda = z^\lambda$ en nombres entiers premiers entre eux et à λ se trouve établie pour $\lambda < 223$.

II° Cas où $t = 1$, $a \equiv b' \equiv 1 \pmod{\lambda^2}$.

D'après le théorème I, l'équation

$$a x^\lambda + b y^\lambda = c z^\lambda, \tag{10}$$

où a, b, c, x, y, z satisfont aux conditions de ce théorème, sera impossible pour les valeurs de c qui ne satisfont pas à une des congruences

$$1 + \eta_0\lambda \equiv c\,\alpha^\lambda (1 + \eta_0)^\lambda \pmod{\lambda^2}, \tag{11}$$

où $\alpha < \lambda$ est tel que $c\,\alpha \equiv 1 \pmod{\lambda}$, et où η_0 prend toutes les valeurs > 0, $< \lambda$ et telles que $1 + \eta_0 \not\equiv 0 \pmod{\lambda}$.

Si $c \equiv c_0 + c_1\lambda \pmod{\lambda^2}$ avec c_0 et $c_1 < \lambda$ et $c_0 > 0$, (11) devient, d'après $c^\lambda \equiv c_0^\lambda \pmod{\lambda_1^2}$,

$$c_0^\lambda (1 + \eta_0\lambda) \equiv (c_0 + c_1\lambda)(1 + \eta_0)^\lambda \pmod{\lambda^2}; \tag{12}$$

consultant alors le tableau des résidus (mod λ^2) des puissances λ^{mes} des

nombres 1, 2, . . . , $\lambda - 1$, on forme sans peine les $\lambda - 2$ valeurs de $\varepsilon = \frac{(1 + \eta_0)^\lambda}{1 + \eta_0^\lambda} \pmod{\lambda^2}$, pour η_0 égal à 1, 2, . . . , $\lambda - 2$, et l'on en déduit

$$c_0^\lambda \equiv \varepsilon (c_0 + c_1 \lambda) \pmod{\lambda^2}. \tag{13}$$

A chacune des valeurs 1, 2, . . . , $\lambda - 1$ de c_0 et des valeurs 1, 2, . . . , $\lambda - 2$ de ε correspondra une valeur de $c_1 \pmod{\lambda}$, c'est-à-dire que pour chaque valeur de c_0 il y aura au moins 2 valeurs de c_1 ne satisfaisant pas à (13). On obtiendra ainsi les résultats suivants :

L'équation $a x^3 + b y^3 = c z^3$, où a, b, c, x, y, z satisfont aux conditions du théorème I, et où $a \equiv b \equiv 1 \pmod 9$, est impossible, si c n'est congru (mod 9) à aucun des nombres 0 ou ± 2.

L'équation $a x^5 + b y^5 = c z^5$, où a, b, c, x, y, z satisfont aux conditions du théorème I, et où $a \equiv b \equiv 1 \pmod{25}$, est impossible, si c n'est congru (mod 25) à aucun des nombres 0, ± 2, ± 6, ± 8 ou ± 11.

L'équation $a x^7 + b y^7 = c z^7$, où a, b, c, x, y, z satisfont aux conditions du théorème I, et où $a \equiv b \equiv 1 \pmod{49}$, est impossible, si c n'est congru (mod 49) à aucun des nombres 0, ± 1, ± 2, ± 11, ± 12, ± 13, ± 17, ± 18, ± 19 ou ± 20.

III

Nous allons établir ici le théorème suivant :

THÉORÈME II. — Si $\lambda^t - 1$ est la plus haute puissance du nombre premier λ qui divise le nombre H de classes de nombres complexes idéaux formés avec une racine λ^{me} de l'unité (définition de Kummer) (*), l'équation indéterminée

$$x^{\lambda^t} + y^{\lambda^t} + z^{\lambda^t} = 0 \tag{14}$$

est impossible en nombres entiers complexes formés avec cette racine et premiers entre eux 2 à 2 et à λ, pour $\lambda > 3$.

Ce théorème n'est d'ailleurs qu'une extension immédiate d'une démonstration donnée par Kummer pour le cas où $H \not\equiv 0 \pmod{\lambda}$ et $t = 1$.

(*) J. DE MATH., t. 16. La démonstration est presque semblable à celle donnée par Kummer pour $t = 1$.

En effet, l'équation (14) restant la même quand on change x en $\alpha^k x$, où α est une racine λ^{me} de l'unité autre que l'unité, on peut supposer

$$\alpha^k x = a + (1 - \alpha)^2 \, P,$$

où a est un entier non complexe, P un entier complexe. Nous aurons alors, en changeant au besoin x en $\alpha^k x = x_1$, y en $\alpha^{k'} y = y_1$, z en $\alpha^{k''} z = z_1$, puis effaçant les indices,

$$(15) \quad \begin{cases} x = a + (1 - \alpha)^2 \, P, \\ y = b + (1 - \alpha)^2 \, Q, \\ z = c + (1 - \alpha)^2 \, R. \end{cases}$$

Si

$$(16) \qquad x^{\lambda^{t-1}} = x_{t-1}, \; y^{\lambda^{t-1}} = y_{t-1}, \; z^{\lambda^{t-1}} = z_{t-1},$$

on a

$$(17) \quad x_{t-1}^{\lambda} + y_{t-1}^{\lambda} = (x_{t-1} + y_{t-1})(x_{t-1} + \alpha y_{t-1}) \ldots$$
$$\ldots (x_{t-1} + \alpha^{\lambda-1} y_{t-1}) = -z_{t-1}^{\lambda}.$$

Or les 2 facteurs $x_{t-1} + \alpha^r y_{t-1}$ et $x_{t-1} + \alpha^s y_{t-1}$, avec $r \neq s$, sont premiers entre eux. On aura donc, pour r égal à 0, 1, 2, ..., $\lambda - 1$:

$$(18) \qquad x_{t-1} + \alpha^r y_{t-1} = \alpha^\rho \, E_r(\alpha) \, t_r^{\lambda},$$

où $\alpha^\rho \, E(\alpha)$ est une unité complexe telle que $E_r(\alpha) = E_r(\alpha^{-1})$, et où t_r^{λ} est une puissance $\lambda^{t\,me}$ exacte ; t_r est une puissance $\lambda^{t-1\,me}$ exacte et

$$t_r = f(\alpha)^{\lambda^{t-1}},$$

$f(\alpha)$ étant idéal ou non.

Or t_r^{λ} est un nombre complexe véritable (Wirklich) ou non idéal. Si $H = H' \lambda^{t-1}$, H' est 1er à λ par hypothèse ; on peut toujours trouver h diviseur de H' et tel que

$$f(\alpha)^{h\lambda^{t-1}} = t_r^h$$

soit non idéal ; h et λ étant premiers entre eux, nous pouvons trouver 2 entiers ξ et η tels que $\lambda\xi + h\eta = 1$ et que

$$t_r^{\lambda\xi + h\eta} = t_r$$

soit non idéal, ce qui nous montre cette propriété généralisant une propriété indiquée par Kummer :

LEMME : Si $\lambda^t - 1$ est la plus haute puissance du nombre 1er λ qui divise le nombre H, la puissance $\lambda^{t\,\text{me}}$ d'un nombre complexe $f(\alpha)$ formé avec une racine $\lambda^{\text{me}}\,\alpha \neq 1$ de l'unité ne peut être non idéale que s'il en est de même de sa puissance $\lambda^{t-1\,\text{me}}$.

On en conclut de suite

$$t_r^{\lambda} \equiv m \pmod{\lambda},$$

où m est un nombre entier non complexe, et (18) donne

$$x_{t-1} + \alpha^r y_{t-1} \equiv \alpha^{\rho}\ \mathrm{E}_r(\alpha)\, m \pmod{\lambda}.$$

Désignant par $x'_{t-1}, y'_{t-1}, z'_{t-1}$ les nombres obtenus en changeant dans $x_{t-1}, y_{t-1}, z_{t-1}$ α en α^{-1}, on aura de même

$$x'_{t-1} + \alpha^{-r} y'_{t-1} \equiv \alpha^{-\rho}\ \mathrm{E}(\alpha)\, m \pmod{\lambda};$$

et en éliminant m entre les 2 congruences précédentes,

$$(19)\quad \alpha^{\rho}(x'_{t-1} + \alpha^{-r} y'_{t-1}) \equiv \alpha^{-\rho}(x_{t-1} + \alpha^r y_{t-1}) \pmod{\lambda}.$$

Or, on a

$$x_{t-1} = x^{\lambda^{t-1}} \equiv a^{\lambda^{t-1}} \equiv a^{\lambda^{t-2}} \equiv \ldots \equiv a \pmod{(1-\alpha)^2},$$

d'après un théorème de Fermat; de même

$$\left.\begin{aligned} x'_{t-1} &\equiv a \\ y_{t-1} \equiv y'_{t-1} &\equiv b \\ z_{t-1} \equiv z'_{t-1} &\equiv c \end{aligned}\right\} \pmod{(1-\alpha)^2}$$

puisque $(1-\alpha)^2$ divise λ. On a encore

$$\alpha^l \equiv [1-(1-\alpha)]^l \equiv 1 - l(1-\alpha), \pmod{(1-\alpha)^2};$$

et, d'après (19),

$$[1-\rho(1-\alpha)]\,[a + b(1 + r(1-\alpha))]$$
$$\equiv [1 + \rho(1-\alpha)]\,[a + b(1 - r(1-\alpha))] \pmod{(1-\alpha)^2}.$$

On en tire

$$(a+b)\rho \equiv b\,r \pmod{(1-\alpha)},$$

et, puisque a, b, ρ, r sont des entiers réels,

$$(a+b)\rho \equiv b\,r \pmod{\lambda}.$$

Prenons k tel que

$$(20)\qquad (a+b)\,k \equiv b \pmod{\lambda};$$

on a $a + b$ 1er à λ, puisque z est 1er à $1 - \alpha$ et

$$x_{t-1} + y_{t-1} \equiv a + b \pmod{(1-\alpha)^2},$$

d'après (17). On en tire

$$\rho \equiv k r \pmod{\lambda},$$

et, d'après (19),

$$(21)\quad \alpha^{kr}(x'_{t-1} + \alpha^{-r} y'_{t-1}) \equiv \alpha^{-kr}(x_{t-1} + \alpha^{r} y_{t-1}) \pmod{\lambda},$$

pour r égal à 0, 1, 2, ..., $\lambda - 1$.

Soit $r = 0$; on a :

$$x'_{t-1} + y'_{t-1} \equiv x_{t-1} + y_{t-1} \pmod{\lambda}.$$

et de même

$$\left.\begin{aligned} y'_{t-1} + z'_{t-1} &\equiv y_{t-1} + z_{t-1} \\ z'_{t-1} + x'_{t-1} &\equiv z_{t-1} + x_{t-1} \end{aligned}\right\} \pmod{\lambda};$$

par suite

$$x_{t-1} \equiv x'_{t-1}, y_{t-1} \equiv y'_{t-1}, z_{t-1} \equiv z'_{t-1} \pmod{\lambda};$$

ce qui, avec (21) donne :

$$\alpha^{kr}(x_{t-1} + \alpha^{-r} y_{t-1}) \equiv \alpha^{-kr}(x_{t-1} + \alpha^{r} y_{t-1}) \pmod{\lambda},$$

ou

$$(\alpha^{-kr} - \alpha^{kr})\, x_{t-1} + (\alpha^{-(k-1)r} - \alpha^{(k-1)r})\, y_{t-1} \equiv 0 \pmod{\lambda}.$$

Cette congruence donne pour r égal à 1 et 2 ($\lambda > 3$)

$$\left.\begin{aligned} (\alpha^{-k} - \alpha^{k})\, x_{t-1} + (\alpha^{-(k-1)} - \alpha^{(k-1)})\, y_{t-1} &\equiv 0 \\ (\alpha^{-2k} - \alpha^{2k})\, x_{t-1} + (\alpha^{-2(k-1)} - \alpha^{2(k-1)})\, y_{t-1} &\equiv 0 \end{aligned}\right\} \pmod{\lambda},$$

et, par suite, en éliminant x_{t-1}, y_{t-1},

$$(\alpha^{-k} - \alpha^{k})(\alpha^{k-1} - \alpha^{-k+1})(\alpha^{-k} - \alpha^{k-1})(\alpha - 1) \equiv 0 \pmod{\lambda};$$

donc, si $\lambda > 3$, il faut

$$k - 1 \equiv -k + 1, \text{ ou } -k \equiv k - 1 \pmod{\lambda},$$

congruences données par Kummer pour $t = 1$.

D'après (20) la 1re exigerait $a \equiv 0 \pmod{\lambda}$, contrairement à l'hypothèse x premier à λ. La 2^{me} donnerait, d'après (20) $a \equiv b \pmod{\lambda}$, et de même $b \equiv c \pmod{\lambda}$; les congruences

$$x^{\lambda t} \equiv a, y^{\lambda t} \equiv b, z^{\lambda t} \equiv c \pmod{\lambda}$$

conduiraient, d'après (14), à la congruence impossible

$$a + b + c \equiv 3\,a \equiv 0 \pmod{\lambda}.$$

COROLLAIRE. — L'équation (14) est impossible pour une valeur de t limitée supérieurement en fonction de λ.

On sait en effet (*) que H est limité supérieurement en fonction de λ.

IV

TABLEAUX ANNEXES

Nous donnons ci-dessous les tableaux des résidus (mod λ^2) des puissances λ^{mes} des $\frac{\lambda+1}{2}$ 1^{ers} nombres pour $\lambda \leqslant 31$ et $\lambda = 197$, de manière à permettre de vérifier nos calculs; et même d'en effectuer d'autres pour ces valeurs de λ sur les équations (1) et (8), ou d'autres analogues.

Ces résidus sont :

Pour $\lambda = 3$:

Valeur de η_0 ..... 1 , 2 ;

Valeur de η_0^λ (mod λ^2). 1 , $2 - \lambda$.

Pour $\lambda = 5$:

Valeur de η_0 ..... 1 , 2 , 3 ;

Valeur de η_0^λ (mod λ^2). 1 , $2 + \lambda$, $3 - 2\lambda$.

Pour $\lambda = 7$:

Valeur de η_0 ..... 1 , 2 , 3 , 4 ;

Valeur de η_0^λ (mod λ^2). 1 , $2 - 3\lambda$, $3 - 3\lambda$, $4 + 2\lambda$.

Pour $\lambda = 11$:

Valeur de η_0 ..... 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 ;

Valeur de η_0^λ (mod λ^2). 1 , $2 - \lambda$, 3 , $4 - 4\lambda$, $5 + 2\lambda$, $6 - 3\lambda$.

Pour $\lambda = 13$:

Valeur de η_0 ..... 1 , 2 , 3 , 4 , 5 ,

Valeur de η_0^λ (mod λ^2). 1 , $2 + 6\lambda$, $3 - 2\lambda$, $4 - 2\lambda$, $5 + 5\lambda$,

Valeur de η_0 ..... 6 , 7 ;

Valeur de η_0^λ (mod λ^2). $6 + \lambda$, $7 - 2\lambda$.

(*) KUMMER, loc. citat.

Pour $\lambda = 17$:

Valeur de η_0.....	1 , 2 , 3 , 4 , 5 ,
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$1 , 2-8\lambda , 3-4\lambda , 4+2\lambda , 5-8\lambda ,$
Valeur de η_0.....	6 , 7 , 8 , 9 ;
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$6+2\lambda , 7+4\lambda , 8+6\lambda , 9-7\lambda .$

Pour $\lambda = 19$:

Valeur de η_0.....	1 , 2 , 3 , 4 , 5 ,
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$1 , 2+6\lambda , 3-3\lambda , 4+5\lambda , 5+3\lambda ,$
Valeur de η_0.....	6 , 7 , 8 , 9 , 10 ;
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$6-7\lambda , 7-4\lambda , 8-4\lambda , 9+\lambda , 10-2\lambda .$

Pour $\lambda = 23$:

Valeur de η_0.....	1 , 2 , 3 , 4 , 5 ,
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$1 , 2+11\lambda , 3+5\lambda , 4-2\lambda , 5+\lambda ,$
Valeur de η_0.....	6 , 7 , 8 , 9 , 10 ,
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$6-3\lambda , 7-8\lambda , 8-6\lambda , 9+7\lambda , 10+11\lambda ,$
Valeur de η_0.....	11 , 12 ;
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$11+8\lambda , 12-9\lambda .$

Pour $\lambda = 29$:

Valeur de η_0.....	1 , 2 , 3 , 4 , 5 ,
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$1 , 2+2\lambda , 3-13\lambda , 4+8\lambda , 5+2\lambda ,$
Valeur de η_0.....	6 , 7 , 8 , 9 , 10 ,
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$6+9\lambda , 7-7\lambda , 8-5\lambda , 9+9\lambda , 10+14\lambda ,$
Valeur de η_0.....	11 , 12 , 13 , 14 , 15 ;
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$11-8\lambda , 12+\lambda , 13-7\lambda , 14 , 15-\lambda .$

Pour $\lambda = 31$:

Valeur de η_0.....	1 , 2 , 3 , 4 , 5 ,
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$1 , 2+12\lambda , 3-11\lambda , 4-14\lambda , 5+14\lambda ,$
Valeur de η_0.....	6 , 7 , 8 , 9 ,
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$6+14\lambda , 7-4\lambda , 8-11\lambda , 9-4\lambda ,$
Valeur de η_0.....	10 , 11 , 12 , 13 ,
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$10-5\lambda , 11+13\lambda , 12+7\lambda , 13-8\lambda ,$
Valeur de η_0.....	14 , 15 , 16 ;
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$14+14\lambda , 15-13\lambda , 16+12\lambda .$

Enfin, pour $\lambda = 197$:

Valeur de η_0.....	1	2	3	4	5	6	7	8
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	1	$2-44\lambda$	$3+84\lambda$	$4+21\lambda$	$5+70\lambda$	$6+36\lambda$	$7+59\lambda$	$8+63\lambda$
Valeur de η_0.....	9	10	11	12	13	14	15	16
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$9-87\lambda$	$10-80\lambda$	$11+9\lambda$	$12+5\lambda$	$13+61\lambda$	$14+7\lambda$	$15+39\lambda$	$16-29\lambda$
Valeur de η_0.....	17	18	19	20	21	22	23	24
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$17+47\lambda$	$18+21\lambda$	$19-51\lambda$	$20-9\lambda$	$21-23\lambda$	$22-72\lambda$	$23+82\lambda$	$24+73\lambda$
Valeur de η_0.....	25	26	27	28	29	30	31	32
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$25-88\lambda$	$26-56\lambda$	$27-96\lambda$	$28-11\lambda$	$29+42\lambda$	$30+9\lambda$	$31+75\lambda$	$32+26\lambda$
Valeur de η_0.....	33	34	35	36	37	38	39	40
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$33-34\lambda$	$34-63\lambda$	$35-3\lambda$	$36+38\lambda$	$37-7\lambda$	$38+47\lambda$	$39+93\lambda$	$40+87\lambda$
Valeur de η_0.....	41	42	43	44	45	46	47	48
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$41-10\lambda$	$42+15\lambda$	$43-7\lambda$	$44+70\lambda$	$45-2\lambda$	$46-60\lambda$	$47+21\lambda$	$48+75\lambda$
Valeur de η_0.....	49	50	51	52	53	54	55	56
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$49+38\lambda$	$50-94\lambda$	$51-7\lambda$	$52-74\lambda$	$53+76\lambda$	$54-\lambda$	$55+27\lambda$	$56-72\lambda$
Valeur de η_0.....	57	58	59	60	61	62	63	64
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$57+64\lambda$	$58-10\lambda$	$59+58\lambda$	$60+77\lambda$	$61-69\lambda$	$62-32\lambda$	$63-78\lambda$	$64+23\lambda$
Valeur de η_0.....	65	66	67	68	69	70	71	72
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$65+33\lambda$	$66+56\lambda$	$67+35\lambda$	$68-46\lambda$	$69+11\lambda$	$70+30\lambda$	$71-28\lambda$	$72+68\lambda$
Valeur de η_0.....	73	74	75	76	77	78	79	80
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$73+33\lambda$	$74-66\lambda$	$75+63\lambda$	$76-2\lambda$	$77-76\lambda$	$78+46\lambda$	$79-82\lambda$	$80-10\lambda$
Valeur de η_0.....	81	82	83	84	85	86	87	88
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$81+10\lambda$	$82-51\lambda$	$83+15\lambda$	$84-45\lambda$	$85+46\lambda$	$86+64\lambda$	$87+\lambda$	$88-23\lambda$
Valeur de η_0.....	89	90	91	92	93	94	95	96
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$89+13\lambda$	$90-14\lambda$	$91+12\lambda$	$92+23\lambda$	$93+71\lambda$	$94-56\lambda$	$95+90\lambda$	$96+8\lambda$
Valeur de η_0.....	97	98	99 ;					
Valeur de $\eta_0^\lambda \pmod{\lambda^2}$.	$97+23\lambda$	$98+87\lambda$	$99-88\lambda$.					

M. A. AURIC

Ingénieur des Ponts et Chaussées, à Mostaganem (Algérie).

SUR LA FORMATION DES CALENDRIERS [529.3]

— Séance du 7 août 1897 —

Du jour où l'homme a cherché à mesurer le temps, trois unités se sont présentées à son esprit par la seule observation des phénomènes :

1° La succession du jour et de la nuit produite par la révolution diurne de la terre sur elle-même.

2° La succession des différentes phases de la lune produite par la révolution synodique de cet astre.

3° La succession des saisons produite par la révolution tropique de la terre autour du soleil.

Ces trois périodicités, qui vont du simple au complexe, ont dû être constatées dans l'ordre dans lequel nous les avons énumérées ; la connaissance de la dernière suppose en effet une intelligence assez cultivée ou du moins une vie sédentaire et des occupations agricoles.

Aussi retrouvons-nous dans tous les calendriers trois éléments : le jour, le mois, l'année, qui correspondent respectivement au soleil, à la lune, à la terre, conformément aux anciennes croyances astronomiques.

Les calendriers qui ont été, ou sont encore en usage chez les différents peuples, peuvent se ramener à trois espèces : lunaires, solaires, luni-solaires.

1° Calendriers lunaires.

Le calendrier musulman est le type du calendrier lunaire, ce qui s'explique fort bien, étant donnée l'influence excessive que ce peuple attribue à la lune dont le croissant figure sur l'étendard de l'islamisme.

En principe, dans un calendrier lunaire, l'année se compose de douze lunaisons (quelquefois treize, comme dans les calendriers israélites) soit de

(1) 354.3670694... jours solaires moyens

puisque la durée d'une lunaison est de

(2) 29.530589 1... j. s. m.

Si nous réduisons en fraction continue la fraction décimale complémentaire du nombre (1), nous obtenons les réduites successives.

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{3}{8}, \frac{4}{11}, \frac{7}{19}, \frac{11}{30}, \frac{29}{79}, \frac{214}{583}, \frac{243}{662}, \ldots\ldots$$

Ces réduites sont, comme on sait, les fractions ordinaires qui se rapprochent le plus de la fraction décimale considérée ; pour avoir un calendrier simple et approché, il faut pendant un cycle d'années représenté par le dénominateur, introduire un nombre de jours supplémentaires égal au numérateur.

Il est à remarquer que le calendrier musulman correspond à la sixième réduite $\left(\frac{11}{30}\right)$; pendant une période de 30 ans, on trouve 11 années abondantes de 355 jours et 19 années ordinaires de 354 jours ; la durée moyenne de l'année est donc de :

$$354 + \frac{11}{30} \text{ j. s. m.}$$

On ne peut guère obtenir une plus grande approximation sans compliquer le calcul et introduire des cycles de longue durée. D'ailleurs, le calendrier ainsi conçu ne tient nullement compte de la marche du soleil ; les saisons parcourent successivement les différents mois de l'année en 33 ans environ puisque l'année musulmane est plus courte de 11 jours environ que l'année tropique ; il n'y a donc aucun intérêt à chercher une plus grande approximation.

2° Calendriers luni-solaires.

Le type le plus parfait de ces calendriers est le calendrier israélite ; l'année se compose de 12 ou 13 lunaisons (année commune ou année embolismique) plus ou moins un jour selon que l'année est abondante ou défective.

Les années embolismiques sont distribuées de manière à n'avoir jamais un écart de plus de 13 jours avec l'année tropique régulière.

La durée de l'année tropique est égale à 12 lunaisons plus 10.875.1475... j. s. m.

Considérons la fraction ordinaire :

$$(4) \qquad \frac{10.8751475}{29.5305891}$$

et réduisons-la en fraction continue ; nous trouvons les réduites suivantes :

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{3}{8}, \frac{4}{11}, \frac{7}{19}, \frac{123}{334}, \ldots\ldots$$

Les dénominateurs représentent la durée des cycles en années tropiques et les numérateurs le nombre d'années embolismiques contenues dans ce cycle. La cinquième réduite correspond au calendrier israélite qui comprend des cycles de 19 années, ayant 7 années embolismiques de 13 lunaisons ; c'est le cycle lunaire découvert par Méton et déjà connu du temps des Grecs ; les années embolismiques sont distribuées de manière à diminuer l'écart avec l'année tropique ; elles sont d'autre part abondantes, défectives ou ordinaires, de manière à faire concorder le mieux possible les mois avec les lunaisons.

La sixième réduite donnerait un cycle de 334 années dont 123 embolismiques ; le calendrier deviendrait singulièrement plus compliqué et il est remarquable que les Hébreux soient arrivés au résultat qui était pratiquement le plus exact.

3° Calendriers solaires.

La durée de l'année tropique est de

$$(3) \qquad 365.2422167 \ldots \text{ j. s. m.}$$

Si nous réduisons en fraction continue la fraction décimale complémentaire, nous trouvons les réduites successives suivantes :

$$\frac{1}{4}, \frac{7}{29}, \frac{8}{33}, \frac{31}{128}, \frac{70}{289},$$

La première réduite correspond au calendrier Julien qui admettait

une année abondante de 366 jours tous les quatre ans ; la troisième correspond au calendrier Perse qui est constitué par des cycles de 33 années renfermant 8 années abondantes ; la quatrième réduite a fait l'objet, de notre part, d'une communication à l'Académie des sciences le 2 décembre 1895 ; elle suppose abondantes toutes les années dont le millésime est divisible par 4, sauf celles dont le millésime est divisible par 128.

Remarquons que le calendrier grégorien qui donne pour l'année une durée de

$$365 + \frac{1}{4} - \frac{3}{400} = 365.2425 \text{ j. s. m.}$$

ne figure pas au nombre des réduites et par suite ne donne pas toute l'approximation que la durée de son cycle permettrait d'obtenir (400 ans). En effet, le calendrier perse, avec une durée de cycle beaucoup plus limitée (33 ans), donne une approximation plus grande que le calendrier grégorien.

Il n'y a d'ailleurs aucun intérêt à aller au-delà de la quatrième réduite car les calculs seraient beaucoup plus compliqués.

Les remarques ci-dessus se rapportent exclusivement à la formation, pour ainsi dire externe, des calendriers ; en ce qui concerne la constitution interne, il existe plusieurs systèmes (calendrier républicain, calendrier de M. Larroque, etc.), mais nous n'en voyons pas de plus logique et de plus rationnel que celui dont nous devons la connaissance à M. Flamant, inspecteur général des ponts et chaussées.

L'origine de l'année serait fixée au premier passage inférieur du soleil (minuit) qui suit le solstice d'hiver.

C'est en effet une nouvelle année qui commence : les jours augmentent, la végétation se dessine ; on n'aurait d'ailleurs qu'à avancer d'une dizaine de jours seulement l'origine du calendrier actuel. On maintiendrait la division en semaines de 7 jours. C'est en effet une division qui est trop entrée dans nos mœurs pour pouvoir être déracinée ; l'insuccès des décades du calendrier révolutionnaire le prouve clairement.

Le caractère essentiel du calendrier dont nous parlons consiste dans sa division en 4 trimestres de 13 semaines chacun : la division en trimestre est très logique : elle correspond aux saisons, elle a une importance commerciale qui n'échappera à personne.

On aurait donc 4 trimestres commençant toujours par le même jour (dimanche par exemple) plus un (ou deux) jours supplémentaires spéciaux, pouvant avoir rang de fête légale et placés à la fin du 4me (et du 2me trimestre).

On obtient ainsi :

$$(4 \times 13 \times 7) + 1 \text{ ou } 2 \text{ jours} = 365 \text{ ou } 366 \text{ jours}$$

suivant que l'année est ordinaire ou abondante (*).

Les avantages de ce système sont tellement visibles qu'il nous suffira de les avoir exposés pour conclure à la réforme du calendrier actuel, réforme qui s'imposera tôt ou tard si l'on veut mettre en harmonie le style grégorien généralement adopté en Europe avec le style julien seul suivi en Russie.

(Suit le calendrier.)

(*) On pourrait d'ailleurs conserver la division du trimestre en trois mois de 30-31-30 jours, le douzième mois aurait 31 jours dont un jour (le dernier) sans dénomination et fête légale ; de même le sixième mois aurait 31 jours dans les années abondantes dont le dernier serait fête légale.

1er TRIMESTRE

91 jours — 13 semaines.

JANVIER 30 jours.	FÉVRIER 31 jours.	MARS 30 jours.
1 Dimanche.	1 Mardi.	1 Vendredi.
2 Lundi.	2 Mercredi.	2 Samedi.
3 Mardi.	3 Jeudi.	3 Dimanche.
4 Mercredi.	4 Vendredi.	4 Lundi.
5 Jeudi.	5 Samedi.	5 Mardi.
6 Vendredi.	6 Dimanche.	6 Mercredi.
7 Samedi.	7 Lundi.	7 Jeudi.
8 Dimanche.	8 Mardi.	8 Vendredi.
9 Lundi.	9 Mercredi.	9 Samedi.
10 Mardi.	10 Jeudi.	10 Dimanche.
11 Mercredi.	11 Vendredi.	11 Lundi.
12 Jeudi.	12 Samedi.	12 Mardi.
13 Vendredi.	13 Dimanche.	13 Mercredi.
14 Samedi.	14 Lundi.	14 Jeudi.
15 Dimanche.	15 Mardi.	15 Vendredi.
16 Lundi.	16 Mercredi.	16 Samedi.
17 Mardi.	17 Jeudi.	17 Dimanche.
18 Mercredi.	18 Vendredi.	18 Lundi.
19 Jeudi.	19 Samedi.	19 Mardi.
20 Vendredi.	20 Dimanche.	20 Mercredi.
21 Samedi.	21 Lundi.	21 Jeudi.
22 Dimanche.	22 Mardi.	22 Vendredi.
23 Lundi.	23 Mercredi.	23 Samedi.
24 Mardi.	24 Jeudi.	24 Dimanche.
25 Mercredi.	25 Vendredi.	25 Lundi.
26 Jeudi.	26 Samedi.	26 Mardi.
27 Vendredi.	27 Dimanche.	27 Mercredi.
28 Samedi.	28 Lundi.	28 Jeudi.
29 Dimanche.	29 Mardi.	29 Vendredi.
30 Lundi.	30 Mercredi.	30 Samedi.
	31 Jeudi.	

2e TRIMESTRE

91 jours (92 dans les années abondantes) *13 semaines.*

AVRIL 30 jours.	MAI 31 jours.	JUIN 30 ou 31 jours.
1 Dimanche.	1 Mardi.	1 Vendredi.
2 Lundi.	2 Mercredi.	2 Samedi.
3 Mardi.	3 Jeudi.	3 Dimanche.
4 Mercredi.	4 Vendredi.	4 Lundi.
5 Jeudi.	5 Samedi.	5 Mardi.
6 Vendredi.	6 Dimanche.	6 Mercredi.
7 Samedi.	7 Lundi.	7 Jeudi.
8 Dimanche.	8 Mardi.	8 Vendredi.
9 Lundi.	9 Mercredi.	9 Samedi.
10 Mardi.	10 Jeudi.	10 Dimanche.
11 Mercredi.	11 Vendredi.	11 Lundi.
12 Jeudi.	12 Samedi.	12 Mardi.
13 Vendredi.	13 Dimanche.	13 Mercredi.
14 Samedi.	14 Lundi.	14 Jeudi.
15 Dimanche.	15 Mardi.	15 Vendredi.
16 Lundi.	16 Mercredi.	16 Samedi.
17 Mardi.	17 Jeudi.	17 Dimanche.
18 Mercredi.	18 Vendredi.	18 Lundi.
19 Jeudi.	19 Samedi.	19 Mardi.
20 Vendredi.	20 Dimanche.	20 Mercredi.
21 Samedi.	21 Lundi.	21 Jeudi.
22 Dimanche.	22 Mardi.	22 Vendredi.
23 Lundi.	23 Mercredi.	23 Samedi.
24 Mardi.	24 Jeudi.	24 Dimanche.
25 Mercredi.	25 Vendredi.	25 Lundi.
26 Jeudi.	26 Samedi.	26 Mardi.
27 Vendredi.	27 Dimanche.	27 Mercredi.
28 Samedi.	28 Lundi.	28 Jeudi.
29 Dimanche.	29 Mardi.	29 Vendredi.
30 Lundi.	30 Mercredi.	30 Samedi.
	31 Jeudi.	31 Jour férié non dénommé, pour les années abondantes (fête lég.) (Dimanche ?)

3e TRIMESTRE

91 jours — 13 semaines.

JUILLET 30 jours.	AOUT 31 jours.	SEPTEMBRE 30 jours.
1 Dimanche.	1 Mardi.	1 Vendredi.
2 Lundi.	2 Mercredi.	2 Samedi.
3 Mardi.	3 Jeudi.	3 Dimanche.
4 Mercredi.	4 Vendredi.	4 Lundi.
5 Jeudi.	5 Samedi.	5 Mardi.
6 Vendredi.	6 Dimanche.	6 Mercredi.
7 Samedi.	7 Lundi.	7 Jeudi.
8 Dimanche.	8 Mardi.	8 Vendredi.
9 Lundi.	9 Mercredi.	9 Samedi.
10 Mardi.	10 Jeudi.	10 Dimanche.
11 Mercredi.	11 Vendredi.	11 Lundi.
12 Jeudi.	12 Samedi.	12 Mardi.
13 Vendredi.	13 Dimanche.	13 Mercredi.
14 Samedi.	14 Lundi.	14 Jeudi.
15 Dimanche.	15 Mardi.	15 Vendredi.
16 Lundi.	16 Mercredi.	16 Samedi.
17 Mardi.	17 Jeudi.	17 Dimanche.
18 Mercredi.	18 Vendredi.	18 Lundi.
19 Jeudi.	19 Samedi.	19 Mardi.
20 Vendredi.	20 Dimanche.	20 Mercredi.
21 Samedi.	21 Lundi.	21 Jeudi.
22 Dimanche.	22 Mardi.	22 Vendredi.
23 Lundi.	23 Mercredi.	23 Samedi.
24 Mardi.	24 Jeudi.	24 Dimanche.
25 Mercredi.	25 Vendredi.	25 Lundi.
26 Jeudi.	26 Samedi.	26 Mardi.
27 Vendredi.	27 Dimanche.	27 Mercredi.
28 Samedi.	28 Lundi.	28 Jeudi.
29 Dimanche.	29 Mardi.	29 Vendredi.
30 Lundi.	30 Mercredi.	30 Samedi.
	31 Jeudi.	

4e TRIMESTRE

92 jours — 13 semaines.

OCTOBRE 30 jours.	NOVEMBRE 31 jours.	DÉCEMBRE 31 jours.
1 Dimanche.	1 Mardi.	1 Vendredi.
2 Lundi.	2 Mercredi.	2 Samedi.
3 Mardi.	3 Jeudi.	3 Dimanche.
4 Mercredi.	4 Vendredi.	4 Lundi.
5 Jeudi.	5 Samedi.	5 Mardi.
6 Vendredi.	6 Dimanche.	6 Mercredi.
7 Samedi.	7 Lundi.	7 Jeudi.
8 Dimanche.	8 Mardi.	8 Vendredi.
9 Lundi.	9 Mercredi.	9 Samedi.
10 Mardi.	10 Jeudi.	10 Dimanche.
11 Mercredi.	11 Vendredi.	11 Lundi.
12 Jeudi.	12 Samedi.	12 Mardi.
13 Vendredi.	13 Dimanche.	13 Mercredi.
14 Samedi.	14 Lundi.	14 Jeudi.
15 Dimanche.	15 Mardi.	15 Vendredi.
16 Lundi.	16 Mercredi.	16 Samedi.
17 Mardi.	17 Jeudi.	17 Dimanche.
18 Mercredi.	18 Vendredi.	18 Lundi.
19 Jeudi.	19 Samedi.	19 Mardi.
20 Vendredi.	20 Dimanche.	20 Mercredi.
21 Samedi.	21 Lundi.	21 Jeudi.
22 Dimanche.	22 Mardi.	22 Vendredi.
23 Lundi.	23 Mercredi.	23 Samedi.
24 Mardi.	24 Jeudi.	24 Dimanche.
25 Mercredi.	25 Vendredi.	25 Lundi.
26 Jeudi.	26 Samedi.	26 Mardi.
27 Vendredi.	27 Dimanche.	27 Mercredi.
28 Samedi.	28 Lundi.	28 Jeudi.
29 Dimanche.	29 Mardi.	29 Vendredi.
30 Lundi.	30 Mercredi.	30 Samedi.
	31 Jeudi.	31 Jour férié non dénommé (fête légale). (Dimanche ?

M. Juan J. DURAN-LORIGA

Commandant d'Artillerie, à La Corogne.

NOTES DE GÉOMÉTRIE [K 2 d]

— Séance du 7 août 1897 —

INTRODUCTION

Dans deux notes publiées dans le Journal de M. de Longchamps (voyez J.-E. 1896, page 78, et janvier, février et mars 1897), nous avons fait une étude élémentaire des cercles que nous avons nommés « cercles radicaux et anti-radicaux » et nous manifestions l'espoir que son introduction systématique dans la géométrie, en particulier dans la « géométrie du triangle », conduira à des faits intéressants. Mais, pour obtenir immédiatement l'équation des susdits cercles, il est très avantageux de connaître, non seulement les équations dans les coordonnées barycentriques des cercles remarquables, mais aussi celles des points remarquables *considérés comme des cercles evanouissants*, et c'est le sujet principal du modeste travail que j'ai l'honneur de présenter au Congrès de Saint-Etienne.

Nous regrettons que le temps nous fasse défaut pour faire connaître diverses propriétés que nous avons trouvées dans l'application à la géométrie du triangle de la considération des cercles radicaux et anti-radicaux, et que nous publierons ultérieurement.

NOTATIONS

α, β, γ	coordonnées barycentriques absolues.
$\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$	» » relatives.
x, y, z	» normales.
$\rho a, \rho b, \rho c$	» tripolaires.
p	demi-périmètre du triangle de référence.
S	surface » »
(C)	cercle du centre C.
P_A	puissance de A par rapport à un cercle

$$\sigma = \alpha_1 + \beta_1 + \gamma_1$$

Pour les points et cercles remarquables, les notations usuelles.

ABRÉVIATIONS

$$a^2 + b^2 + c^2 = m^2 \qquad ab + bc + ac = t^2 \qquad a^4 + b^4 + c^4 = q^4$$
$$a^2b^2 + b^2c^2 + a^2c^2 = n^4 \qquad b^2 + c^2 - a^2 = 2p_a \qquad a^2 + c^2 - b^2 = 2p_b$$
$$a^2 + b^2 - c^2 = 2p_c$$

GÉNÉRALITÉS

1. Soient les équations barycentriques de deux cercles

$$(C) \qquad (\alpha + \beta + \gamma)(u\alpha + v\beta + w\gamma) - \Sigma a^2\beta\gamma = 0$$

$$(C') \qquad (\alpha + \beta + \gamma)(u'\alpha + v'\beta + w'\gamma) - \Sigma a^2\beta\gamma = 0$$

L'équation du cercle radical de (C) et (C') est

$$(\rho) \quad (\alpha + \beta + \gamma)\left[\frac{u + u'}{2}\alpha + \frac{v + v'}{2}\beta + \frac{w + w'}{2}\gamma\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0$$

et celle du cercle anti-radical de (C) par rapport à (C')

$$(\rho_2) \quad (\alpha + \beta + \gamma)[(2u' - u)\alpha + (2v' - v)\beta + (2w' - w)\gamma] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

Plus généralement, si nous appelons *cercle radical d'ordre q* de (C) par rapport à (C') (q entier ou fractionnaire) le cercle tel que le rapport des puissances a une valeur q, on aura l'équation

$$(\rho_q) \quad (\alpha + \beta + \gamma)\left[\frac{qu' - u}{q - 1}\alpha + \frac{qv' - v}{q - 1}\beta + \frac{qw' - w}{q - 1}\gamma\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

l'hypothèse $q = -1$ dans cette équation donne le cercle radical; $q = 2$, le cercle anti-radical, et finalement $q = 1$ (après (d'avoir chassé le dénominateur $(q - 1)$) l'axe radical.

REMARQUES. — 1° Si dans l'équation (C) on change le signe des paramètres u, v et w l'équation

$$(\alpha + \beta + \gamma)[-u\alpha - v\beta - w\gamma] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0$$

représente le cercle anti-radical de (C) par rapport au cercle circonscrit. Par suite, si dans chacune des équations des cercles remarquables du triangle on change le signe des paramètres, on obtiendra tour à

tour des cercles remarquables (réels ou imaginaires) en correspondance, qui sont les anti-radicaux des premiers par rapport au cercle circonscrit ; de même, si l'on multiplie les paramètres par un facteur h, on obtient le cercle radical d'ordre $\frac{h}{h-1}$ de (O) par rapport à (C).

Enfin, on voit aisément que si l'on ajoute h^2 aux susdits paramètres, le cercle qu'on obtient se dérive de (C) au moyen des deux transformations suivantes : 1° Cercle anti-radical (ρ) de (O) par rapport à (C) ;

1° Cercle radical de (ρ) et du cercle qui a pour équation

$$(\alpha+\beta+\gamma)[2h^2\alpha+2h^2\beta+2h^2\gamma]-\Sigma a^2\beta\gamma=0.$$

qui est un cercle concentrique avec le cercle circonscrit et son rayon ρ' a pour valeur

$$\rho'=\sqrt{R^2-2h^2}.$$

2° Pour déterminer les coordonnées du centre d'un cercle, dont l'équation a la forme donnée par M. de Longchamps, nous obtenons les formules

$$\frac{\alpha}{p_b\omega+p_c\rho+a^2(p_a-u)}=\frac{\beta}{p_cu+p_a\omega+b^2(p_b-\rho)}$$

$$=\frac{\gamma}{p_bu+p_a\rho+c^2(p_c-\omega)}.$$

Ayant le centre, on peut en déduire le rayon puisque la puissance du centre égale (au signe près), le carré du rayon.

2. Equations en coordonnées barycentriques de quelques points remarquables *considérés comme des cercles-points*.

On peut voir aisément que l'équation barycentrique d'un *cercle évanouissant* dont les coordonnées du centre sont α_1, β_1, γ_1 peut s'écrire

$$(\alpha+\beta+\gamma)(\rho_a^2\alpha+\rho_b^2\beta+\rho_c^2\gamma)-\Sigma a^2\beta\gamma=0,$$

dans laquelle

$$\rho_a^2=\frac{(\beta_1+\gamma_1)(c^2\beta_1+b^2\gamma_1)-a^2\beta_1\gamma_1}{\alpha^2}\ \ldots\ \rho_b^2=\ldots\ \rho_c^2=\ldots$$

Faisons application à quelques points remarquables.

1° Centre de gravité [G] de l'aire du triangle

$$\frac{\alpha}{1} = \frac{\beta}{1} = \frac{\gamma}{1}$$

$$\rho_a^2 = \frac{2(b^2 + c^2) - a^2}{q} \quad \rho_b^2 = \ldots \quad \rho_c^2 = \ldots$$

on a donc

$$(\alpha + \beta + \gamma)\left[\frac{2m^2 - 3a^2}{q}\cdot\alpha + \frac{2m^2 - 3b^2}{q}\cdot\beta + \frac{2m^2 - 3c^2}{q}\cdot\gamma\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

2° Point de Lemoine [K]

$$\frac{\alpha}{a^2} = \frac{\beta}{b^2} = \frac{\gamma}{c^2}$$

$$\rho_a^2 = \frac{b^2c^2(2m^2 - 3a^2)}{m^4} \quad \rho_b^2 = \ldots \quad \rho_c^2 = \ldots$$

par suite

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{b^2c^2(2m^2-3a^2)}{m^4}\cdot\alpha + \frac{a^2c^2(2m^2-3b^2)}{m^4}\beta + \frac{a^2b^2(2m^2-3c^2)}{m^4}\cdot\gamma\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

3° Orthocentre [H].

$$\frac{\alpha}{p_b \cdot p_c} = \frac{\beta}{p_a \cdot p_c} = \frac{\gamma}{p_a \cdot p_b}$$

$$\rho_a^2 = \frac{p_a^2(c^2p_c^2 + b^2p_b^2 + 2p_ap_bp_c)}{(2n^4 - q^4)^2} \quad \rho_b^2 = \ldots \quad \rho_c^2 = \ldots$$

$$(\alpha + \beta + \gamma)\left[\frac{p_a^2(c^2p_c^2 + b^2p_b^2 + 2p_ap_bp_c)}{(2n^4 - q^4)^2}\cdot\alpha + \ldots\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

4° Centre du cercle circonscrit [O].

$$\frac{\alpha}{a^2p_a} = \frac{\beta}{b^2p_b} = \frac{\gamma}{c^2p_c}$$

$$\rho_a^2 = \rho_b^2 = \rho_c^2 = R^2 = \frac{a^2b^2c^2}{2n^4 - q^4}$$

$$(\alpha + \beta + \gamma)\left[\frac{a^2b^2c^2}{2n^4 - q^4}\alpha + \frac{a^2b^2c^2}{2n^4 - q^4}\beta + \frac{a^2b^2c^2}{2n^4 - q^4}\gamma\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

5° **Point réciproque de l'orthocentre [H_0].**

$$\frac{\alpha}{p_a} = \frac{\beta}{p_b} = \frac{\gamma}{p_c}$$

$$\rho_a^2 = \frac{a^2(m^4 - 4b^2c^2)}{m^4} \ldots \qquad \rho_b^2 = \ldots \qquad \rho_c^2 = \ldots$$

nous avons donc

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{a^2(m^4-4b^2c^2)}{m^4}\alpha + \frac{b^2(m^4-4a^2c^2)}{m^4}\beta + \frac{c^2(m^4-4a^2b^2)}{m^4}\gamma\right]$$
$$- \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

6° **Point de Brocard [Ω_1].**

$$\frac{\alpha}{a^2c^2} = \frac{\beta}{a^2b^2} = \frac{\gamma}{b^2c^2}$$

$$\rho_a^2 = \frac{b^4c^2}{n^4} \ldots \qquad \rho_b^2 = \ldots \qquad \rho_c^2 = \ldots$$

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{b^4c^2}{n^4}\alpha + \frac{a^2c^4}{n^4}\beta + \frac{a^4b^2}{n^4}\gamma\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

7° **Point de Brocard [Ω_2].**

$$\frac{\alpha}{a^2b^2} = \frac{\beta}{b^2c^2} = \frac{\gamma}{a^2c_2}$$

$$\rho_a^2 = \frac{b^2c^4}{n^4} \ldots \qquad \rho_b^2 = \ldots \qquad \rho_c^2 = \ldots$$

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{b^2c^4}{n^4}\alpha + \frac{a^4c^2}{n_4}\beta + \frac{a^2\beta^4}{n^4}\gamma\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

8° **Centre du cercle inscrit [I].**

$$\frac{\alpha}{a} = \frac{\beta}{b} = \frac{\gamma}{c}$$

$$\rho_a^2 = \frac{bc(p-a)}{p} \ldots \qquad \rho_b^2 = \ldots \qquad \rho_c^2 = \ldots$$

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{bc(p-a)}{p}\alpha + \frac{ac(p-b)}{p}\beta + \frac{ab(p-c)}{p}\gamma\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

9° Point direct de Jérabek [J_δ].

$$\frac{\alpha}{ba} = \frac{\beta}{bc} = \frac{\gamma}{ac}$$

$$\rho_a^2 = \frac{bc^2\,[(a+b)\,(b^2+c^2) - a^3]}{t^4} \ldots \qquad \rho_b^2 = \ldots \qquad \rho_c^2 = \ldots$$

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{bc^2\,[(a+b)\,(b^2+c^2) - a^3]}{t^4}\,\alpha + \ldots\right] - \Sigma\, a^2\beta\gamma = 0.$$

10° Point rétrograde de Jérabek [J_ρ]

$$\frac{\alpha}{ac} = \frac{\beta}{ab} = \frac{\gamma}{bc}$$

$$\rho_a^2 = \frac{b^2c\,[(a+c)\,ac + b^2) - a^3]}{t^4} \ldots \qquad \rho_b^2 = \ldots \qquad \rho_c^2 = \ldots$$

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{b^2c\,[(a+c)\,(ac+b^2) - a^3]}{t^4}\,\alpha + \ldots\right] - \Sigma\, a^2\beta\gamma = 0.$$

11° Point D. Centre d'homologie du triangle de référence ABC avec le premier triangle de Brocard

$$\frac{\alpha}{b^2c^2} = \frac{\beta}{a^2c^2} = \frac{\gamma}{a^2b^2}$$

$$\rho_a^2 = \frac{a^4\,[(b^2+c^2)\,(b^4+c^4) - a^2b^2c^2]}{n^8} \ldots \qquad \rho_b^2 = \ldots \qquad \rho_c^2 = \ldots$$

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{a^4\,[(b^2+c^2)\,(b^4+c^4) - a^2b^2c^2]}{n^8}\,\alpha + \ldots\right] - \Sigma\, n^2\beta\gamma = 0.$$

12° Point D_2 (inverse de D)

$$\frac{\alpha}{a^4} = \frac{\beta}{b^4} = \frac{\gamma}{c^4}$$

$$\rho_a^2 = \frac{b^2c^2\,[(b^2+c^2)\,(b^4+c^4) - a^2b^2c^2]}{n^8} \ldots \qquad \rho_b^2 = \ldots \qquad \rho_c^2 = \ldots$$

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{b^2c^2\,[(b^2+c^2)\,(b^4+c^4) - a^2b^2c^2]}{n^8}\,\alpha + \ldots\right] - \Sigma\, a^2\beta\gamma = 0.$$

13° Sommet A du triangle de référence

$$\rho_a^2 = 0 \ldots \qquad \rho_b^2 = \beta_c^2 = b^2$$

$$(\alpha+\beta+\gamma)\,[c^2\beta + b^2\gamma] - \Sigma\, a^2\beta\gamma = 0.$$

14° **Sommet B**

$$(\alpha + \beta + \gamma)\,[c^2\alpha + a^2\gamma] - \Sigma\, a^2\beta\gamma = 0.$$

15° **Sommet C**

$$(\alpha + \beta + \gamma)\,[b^2\alpha + a^2\beta] - \Sigma\, a^2\beta\gamma = 0.$$

16° **Milieu du côté a [A']**

$$\rho_{a'}^2 = \frac{2m^2 - 3a^2}{4} \quad \dots \quad \rho_{b'}^2 = \rho_{c'}^2 = \frac{a^2}{4}$$

$$(\alpha + \beta + \gamma)\left[\frac{2m^2 - 3a^2}{4}\alpha + \frac{a^2}{4}\beta + \frac{a^2}{4}\gamma\right] - \Sigma\, a^2\beta\gamma = 0.$$

17° **Milieu du côté b [B']**

$$(\alpha + \beta + \gamma)\left[\frac{b^2}{4}\alpha + \frac{2m^2 - 3b^2}{4}\beta + \frac{b^2}{4}\gamma\right] - \Sigma\, a^2\beta\gamma = 0.$$

18° **Milieu du côté c [C']**

$$(\alpha + \beta + \gamma)\left[\frac{c^2}{4}\alpha + \frac{c^2}{4}\beta + \frac{2m^2 - 3c^2}{4}\gamma\right] - \Sigma\, a^2\beta\gamma = 0.$$

19° **Pieds de hauteurs A'', B'', C''**

Point [A'']

$$\frac{\alpha}{0} = \frac{\beta}{p_c} = \frac{\gamma}{p_b}$$

$$\rho_{a''}^2 = \frac{2n^2 - q^2}{4a^2} \quad \dots \quad \rho_{b''}^2 = \frac{p_b^2}{a^2} \quad \dots \quad \rho_{c''}^2 = \frac{p_c^2}{a^2}$$

$$(\alpha + \beta + \gamma)\left[\frac{2n^2 - q^2}{4a^2}\alpha + \frac{p_b^2}{a^2}\beta + \frac{p_c^2}{a^2}\gamma\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

20° **Point [B'']**

$$(\alpha + \beta + \gamma)\left[\frac{p_b^2}{b^2}\alpha + \frac{2n^2 - q^2}{4b^2}\beta + \frac{p_c^2}{b^2}\gamma\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

21° **Point [C'']**

$$(\alpha + \beta + \gamma)\left[\frac{p_a^2}{c^2}\alpha + \frac{p_c^2}{c^2}\beta + \frac{2n^2 - q^2}{4c^2}\gamma\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

22° Pieds des bissectrices intérieures A‴, B‴, C‴

Point [A‴]

$$\frac{\alpha}{0} = \frac{\beta}{b} = \frac{\gamma}{c}$$

$$\rho_a^2 = \frac{4bcp(p-a)}{(b+c)^2} \quad \dots \quad \rho_b^2 = \frac{a^2c^2}{(b+c)^2} \quad \dots \quad \rho_c^2 = \frac{a^2b^2}{(b+c)^2}$$

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{4bcp(p-a)}{(b+c)^2}\alpha + \frac{a^2c^2}{(b+c)^2}\beta + \frac{a^2b^2}{(b+c)^2}\gamma\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

23° Point [B‴]

$$\rho_a^2 = \frac{b^2c^2}{(a+c)^2} \quad \dots \quad \rho_b^2 = \frac{4acp(p-b)}{(a+c)^2} \quad \dots \quad \rho_c^2 = \frac{a^2b^2}{(a+c)^2}$$

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{b^2c^2}{(a+c)^2}\alpha + \frac{4acp(p-b)}{(a+c)^2}\beta + \frac{a^2b^2}{(a+c)^2}\gamma\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

24° Point [C‴]

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{b^2c^2}{(a+b)^2}\alpha + \frac{a^2c^2}{(a+b)^2}\beta + \frac{4abp(p-c)}{(a+b)^2}\gamma\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

Pieds des bissectrices extérieures A′ᵛ, B′ᵛ, C′ᵛ

25° Point A′ᵛ

$$\frac{\alpha}{0} = \frac{\beta}{+b} = \frac{\gamma}{-c}$$

$$\rho_a^2 = \frac{4bc(p-b)(p-c)}{(b-c)^2} \quad \dots \quad \rho_b^2 = \frac{a^2c^2}{(b-c)^2} \quad \dots \quad \rho_c^2 = \frac{a^2b^2}{(b-c)^2}$$

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{4bc(p-b)(p-c)}{(b-c)^2}\alpha + \frac{a^2c^2}{(b-c)^2}\beta + \frac{a^2b^2}{(b-c)^2}\gamma\right]$$

$$-\Sigma a^2\beta\gamma = 0$$

26° Point [B′ᵛ]

$$\rho_a^2 = \frac{b^2c^2}{(c-a)^2} \quad \dots \quad \rho_b^2 = \frac{4ac(p-a)(p-c)}{(c-a)^2} \quad \dots \quad \rho_c^2 = \frac{a^2b^2}{(c-a)^2}$$

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{b^2c^2}{(c-a)^2}\alpha + \frac{4ac(p-a)(p-c)}{(c-a)^2}\beta + \frac{a^2b^2}{(c-a)^2}\gamma\right]$$

$$-\Sigma a^2\beta\gamma = 0$$

27° Point [C'^v]

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{b^2c^2}{(a-b)^2}\alpha+\frac{a^2c^2}{(a-b)^2}\beta+\frac{4ab(p-a)(p-b)}{(a-b)^2}\gamma\right]$$
$$-\Sigma a^2\beta\gamma=0.$$

28° Pieds des symédianes A^v, B^v, C^v

Point [A^v]

$$\frac{\alpha}{0}=\frac{\beta}{b^2}=\frac{\gamma}{c^2}$$

$$\rho_a{}^2=\frac{b^2c^2(2m^2-3a^2)}{(b^2+c^2)^2}\quad\ldots\quad\rho_b{}^2=\frac{a^2c^4}{(b^2+c^2)^2}\quad\ldots\quad\rho_c{}^2=\frac{a^2b^4}{(b^2+c^2)^2}$$

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{b^2c^2(2m^2-3a^2)}{(b^2+c^2)^2}\alpha+\frac{a^2c^4}{(b^2+c^2)^2}\beta+\frac{a^2b^4}{(b^2+c^2)^2}\gamma\right]$$
$$-\Sigma a^2\beta\gamma=0.$$

29° Point [B^v]

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{b^2c^4}{(a^2+c^2)^2}\alpha+\frac{a^2c^2(2m^2-3b^2)}{(a^2+c^2)^2}\beta+\frac{a^4b^2}{(a^2+c^2)^2}\gamma\right]$$
$$-\Sigma a^2\beta\gamma=0.$$

30° Point [C^v]

$$(\alpha+\beta\gamma)\left[\frac{b^4c^2}{(a^2+b^2)^2}\alpha+\frac{a^4c^2}{(a^2+b^2)^2}\beta+\frac{a^2b^2(2m^2-3c^2)}{(a^2+b^2)^2}\gamma\right]$$
$$-\Sigma a^2\beta\gamma=0.$$

31° Point de Nagel [V]

$$\frac{\alpha}{b+c-a}=\frac{\beta}{a+c-b}=\frac{\gamma}{a+b-c}$$

$$\rho_a{}^2=\frac{a[p(b^2+c^2)-bc(b+c)-a(p-b)(p-c)]}{p^2}\quad\ldots\quad\rho_b{}^2=\ldots\quad\rho_c{}^2=\ldots$$

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{a[p(b^2+c^2)-bc(b+c)-a(p-b)(p-c)]}{p^2}\alpha+\ldots\right.$$
$$-\Sigma a^2\beta\gamma=0.$$

32° Centre de gravité du périmètre du triangle [I_c]

$$\rho_a{}^2=\frac{a(2p_a-bc)}{8p}\quad\ldots\quad\rho_b{}^2=\ldots\quad\rho_c{}^2=\ldots$$

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{a(2p_a-bc)}{8p}\alpha+\ldots\right]-\Sigma a^2\beta\gamma=0.$$

33° **Point réciproque du centre du cercle inscrit [I_o]**

$$\frac{\alpha}{bc} = \frac{\beta}{ac} = \frac{\gamma}{ab}$$

$$\rho_a^2 = \frac{a^2[(b+c)(b^3+c^3) - a^2bc]}{t^4} \quad \dots \quad \rho_b^2 = \dots \quad \rho_c^2 = \dots$$

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{a^2[(b+c)(b^3+c^3) - a^2bc]}{t^4}\alpha + \dots\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

Premier triangle de Brocard A_1, B_1, C_1

34° **Point [A_1]**

$$\frac{\alpha}{a^2} = \frac{\beta}{c^2} = \frac{\gamma}{b^2}$$

$$\rho_a^2 = \frac{(b^2+c^2)(b^4+c^4) - a^2b^2c^2}{m^4} \quad \dots \quad \rho_b^2 = \frac{a^2[(a^2+b^2)(b^2+c^2) - b^4]}{m^4}$$

$$\rho_c^2 = \frac{a^2[(a^2+c^2)(b^2+c^2) - c^4]}{m^4}$$

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{(b^2+c^2)(b^4+c^4) - a^2b^2c^2}{m^4}\alpha = \dots\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

35° **Point [B_1]**

$$\frac{\alpha}{c^2} = \frac{\beta}{b^2} = \frac{\gamma}{a^2}$$

$$\rho_a^2 = \frac{b^2[(a^2+b^2)(a^2+c^2) - a^4]}{m^4} \quad \dots \quad \rho_b^2 = \frac{(a^2+c^2)(a^4+c^4) - a^2b^2c^2}{m^4}$$

$$\rho_c^2 = \frac{b^2[(b^2+c^2)(a^2+c^2) - c^4]}{m^4}$$

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{b^2[(a^2+b^2)(a^2+c^2) - a^4]}{m^4}\alpha + \dots\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

36° **Point [C_1]**

$$\frac{\alpha}{b^2} = \frac{\beta}{a^2} = \frac{\gamma}{c^2}$$

$$\rho_a^2 = \frac{c^2[(a^2+b^2)(a^2+c^2) - a^4}{m^4} \quad \dots \quad \rho_b^2 = \frac{c^2[(a^2+b^2)(b^2+c^2) - b^4]}{m^4}$$

$$\rho_c^2 = \frac{(a^2+b^2)(a^4+b^4) - a^2b^2c^2}{m^4}$$

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{c^2[(a^2+b^2)(a^2+c^2) - a^4}{m^4}\alpha + \dots\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

3. Equations générales des cercles en coordonnées barycentriques.

Dans les comptes rendus de l'AFAS (Congrès de Toulouse), M. Vigarié a donné les équations barycentriques (forme de M. de Longchamps) de divers cercles remarquables du triangle, mais on ne trouve dans cet intéressant travail les équations (dans la susdite forme) des cercles de Lemoine, Brocard, Tucker et Taylor. Nous allons donc déterminer les équations des cercles remarquables.

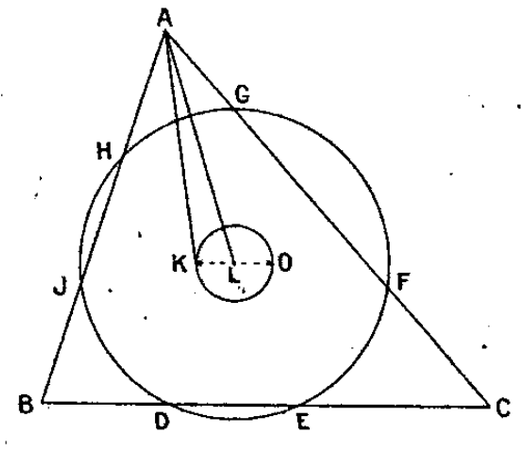


FIG. 1.

1° Premier cercle de Lemoine (K_1 *(fig. 1)*

Nous avons

$$\frac{BD}{c^2} = \frac{DE}{a^2} = \frac{Eb}{b^2}$$

d'où

$$BD = \frac{ac^2}{a^2+b^2+c^2} \cdots BE = \frac{BD\,(a^2+c^2)}{c^2} = \frac{a\,(a^2+c^2)}{a^2+b^2+c^2}$$

par suite

$$P_B = BD.\quad BE = \frac{a^2c^2\,(a^2+c^2)}{(a^2+b^2+c^2)^2}$$

de même

$$P_A = \frac{b^2c^2\,(b^2+c^2)}{(a^2+b^2+c^2)^2} \cdots \quad P_C = \frac{(a^2b^2\,(a^2+b^2)}{(a^2+b^2+c^2)^2}$$

l'équation est donc

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{b^2c^2\,(b^2+c^2)}{m^4}\alpha + \frac{a^2c^2\,(a^2+c^2)}{m^4}\beta + \frac{a^2b^2\,(a^2+b^2)}{m^4}\gamma\right]$$
$$-\Sigma a^2\beta\gamma = 0$$

2° Cercle de Brocard (L) *(fig. 1)*

on a

$$P_A = \overline{AL}^2 - \overline{LK}^2$$

or

$$\overline{LK}^2 = \frac{\overline{OK}^2}{4} = -\frac{R^2}{4} - \frac{3a^2b^2c^2}{4\,(a^2+b^2+c^2)}$$

on a aussi

$$\overline{AK}^2 = \frac{2b^2c^2\,(b^2+c^2) - a^2b^2c^2}{(a^2+b^2+c^4)^2}$$

donc

$$P_A = \overline{AL}^2 - \overline{LK}^2 = \frac{\overline{AO}^2 + \overline{AK}^2}{2} - 2\overline{LK}^2 = \frac{b^2c^2}{a^2+b^2+c^2}$$

on a de même

$$P_B = \frac{a^2c^2}{a^2+b^2+c^2} \cdots \quad P_C = \frac{a^2b^2}{a^2+b^2+c^2}$$

nous avons donc l'équation

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{b^2c^2}{m^2}\cdot\alpha + \frac{a^2c^2}{m^2}\cdot\beta + \frac{a^2b^2}{m^2}\cdot\gamma\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

3° Cercles de Tucker.

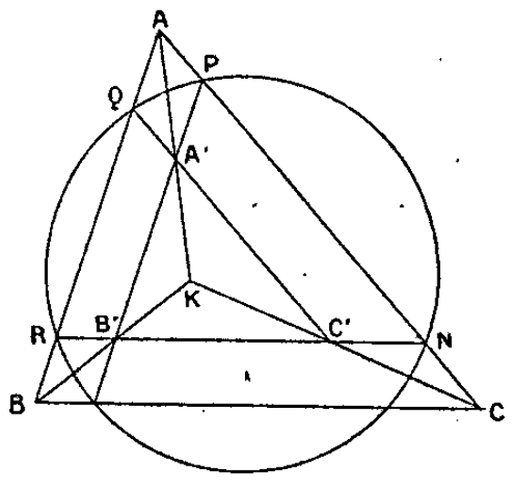


FIG. 2.

On a

$$\frac{KA'}{KA} = \frac{KB'}{KB} = \frac{KC'}{KC} = K$$

Les coordonnées de K sont

$$\frac{\alpha}{a^2} = \frac{\beta}{b^2} = \frac{\gamma}{c^2}$$

par suite

$$NC = \frac{a^2b\,(1-K)}{a^2+b^2+c^2}$$

de même

$$AP = \frac{bc^2\,(1-K)}{a^2+b^2+c^2} \cdots AQ = \frac{b^2c\,(1-K)}{a^2+b^2+c^2} \cdots BR = \frac{a^2c\,(1-K)}{a^2+b^2+c^2}$$

donc

$$AN = b - \frac{a^2b\,(1-K)}{a^2+b^2+c^2} = \frac{b\,(b^2+c^2+a^2K)}{a^2+b^2+c^2}$$

d'où l'on tire

$$P_A = \frac{b^2c^2\,(b^2+c^2+a^2K)\,(1-K)}{(a^2+b^2+c^2)^2}$$

on aura de même P_B et P_C

On a donc l'équation suivante des cercles de Tucker

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{b^2c^2\,(b^2+c^2+a^2K)\,(1-K)}{m^4}\alpha + \ldots\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0. \quad (1)$$

REMARQUE. — L'équation que l'on donne généralement des cercles de Tucker (voyez Mathesis 1889 sup., par M. Vigarié, p. 20) est en coordonnées normales

$$\Sigma \frac{yz}{b^2c^2} - \lambda \Sigma x \left(\frac{1}{a^2} - \lambda\right) x = 0. \qquad (2)$$

dans laquelle

$$\lambda = \frac{AA'}{(a^2+b^2+c^2)\,AK}$$

on a donc entre λ et K la relation

$$\lambda = \frac{1-K}{a^2+b^2+c^2} \quad \text{ou} \quad K = 1 - \lambda(a^2+b^2+c^2)$$

APPLICATIONS. — 1° Premier cercle de Lemoine. Il correspond au cas où

$$\lambda = \frac{1}{a^2+b^2+c^2}$$

dans l'équation (2) ou K = 0 dans l'équation (1) que nous avons trouvée.

On a donc pour équation du premier cercle de Lemoine

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{b^2c^2(b^2+c^2)}{m^4}\alpha + \frac{a^2c^2(a^2+c^2)}{m^4}\beta + \frac{a^2b^2(a^2+b^2)}{m^4}\gamma\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

qui est la même équation que nous avons obtenue antérieurement.

2° Deuxième cercle de Lemoine (K_2). Il correspond à l'hypothèse

$$\lambda = \frac{2}{a^2+b^2+c^2}$$

nous faisons donc K = — 1 dans l'équation (1) ce qui donne

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{b^2c^2p_a}{m^4}\alpha + \frac{a^2c^2p_b}{m^4}\beta + \frac{a^2b^2p_c}{m^4}\gamma\right] - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

REMARQUE. — Si dans l'équation (1) on fait

$$K = -\frac{b^2+c^2}{a^2},\ K = -\frac{a^2+c^2}{b^2} \text{ et } K = -\frac{a^2+b^2}{c^2}$$

successivement, on trouve les trois cercles suivants dont les équations sont assez simples

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{c^2(a^2-b^2)}{a^2}\beta+\frac{b^2(a^2-c^2)}{a^2}\gamma\right]-\Sigma a^2\beta\gamma=0.$$

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{c^2(b^2-a^2)}{b^2}\alpha+\frac{a^2(b^2-c^2)}{b^2}\beta\right]-\Sigma a^2\beta\gamma=0$$

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[\frac{b^2(c^2-a^2)}{c^2}\alpha+\frac{a^2(c^2-b^2)}{c^2}\beta\right]-\Sigma a^2\beta\gamma=0.$$

Chacun de ces cercles passe évidemment par un sommet du triangle de référence.

3° Cercle de Taylor. C'est aussi un cas particulier des cercles de Tucker, il correspond à l'hypothèse

$$\lambda=\frac{1}{4R^2}$$

nous faisons par suite,

$$K=1-\frac{m^2}{4R^2}$$

dans l'équation (1) et il en résulte pour l'équation du cercle de Taylor

$$(\alpha+\beta+\gamma)\left[4S^2\left(\frac{1}{a^2}-\frac{1}{4R^2}\right)\alpha+4S^2\left(\frac{1}{b^2}-\frac{1}{4R^2}\right)\beta+4S^2\left(\frac{1}{c^2}-\frac{1}{4R^2}\right)\gamma\right]$$
$$-\Sigma a^2\beta\gamma=0.$$

Remarque sur les cercles de Tucker. — 4° On voit aisément que les cercles de Tucker peuvent se déduire des suivants

$$(C)\qquad(\alpha+\beta+\gamma)\,\Sigma\frac{b^2c^2(2a^2+b^2+c^2)(1-K)}{m^2}-\Sigma a^2\beta\gamma=0.$$

$$(C')\qquad(\alpha+\beta+\gamma)\,\Sigma\frac{b^2c^2(1-K)}{m^2}-\Sigma a^2\beta\gamma=0.$$

en trouvant le cercle radical d'ordre $\frac{2 - K}{1 - K}$ de (C) par rapport à (C').

En particulier si $K = 0$, on déduit que le cercle anti-radical (ordre 2) du cercle

$$(\alpha + \beta + \gamma)\,\Sigma\,\frac{b^2c^2\,(2a^2 + b^2 + c^2)}{m^4} - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

par rapport au cercle de Brocard, est le premier cercle de Lemoine.

Si nous considérons maintenant les cercles

$$(C) \qquad (\alpha + \beta + \gamma)\,\Sigma\,\frac{b^2c^2\,(b^2 + c^2)\,(K - 1)}{m^4} - \Sigma a^2\beta\gamma = 0.$$

$$(C') \qquad (\alpha + \beta + \gamma)\,\Sigma\,\frac{b^2c^2\,(K - 1)}{m^2} - \Sigma\, a^2\beta\gamma = 0.$$

nous voyons que le cercle radical d'ordre $\frac{K}{K - 1}$ de (C) par rapport à (C') a pour équation (au signe près des paramètres u, v, w) l'équation d'un cercle de Tucker, c'est-à-dire que le cercle radical dont nous parlons est le cercle anti-radical d'un cercle de Tucker par rapport au cercle circonscrit.

En particulier si $K = 2$, il en résulte que le cercle anti-radical du premier cercle de Lemoine par rapport au cercle de Brocard est le cercle anti-radical d'un cercle de Tucker (celui qui correspond à $K = 2$) par rapport au cercle circonscrit.

Nous terminons ce travail, citant une propriété évidente des cercles radicaux qui nous a été communiquée par notre excellent ami, le savant professeur de Milan, M. V. Retali, c'est la suivante :

Le lieu du milieu des cordes que la tangente à la conique contrevariante intercepte dans deux cercles, est le cercle radical, c'est-à-dire que, étant donnés deux cercles (O) et (O'), le cercle radical est la podaire, par rapport à O (ou O'), de la conique contrevariante.

M. Ed. MAILLET

Ingénieur des Ponts et Chaussées.

SUR LES GROUPES D'OPÉRATIONS ET DE SUBSTITUTIONS

[B 2]

— Séance du 7 août 1897 —

I

Soient

(1) $$a_1, a_2, \ldots, a_n$$

n lettres distinctes,

(2) $$b_1, b_2, \ldots, b_n,$$

n lettres dont quelques-unes peuvent être identiques, mais dont toutes celles qui sont distinctes appartiennent aux lettres (1). L'opération S qui consiste à remplacer $a_1, a_2, \ldots, a_n$ respectivement par $b_1, b_2, \ldots, b_n$ sera dite une *opération*, et se représentera par le signe

(3) $$S = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 \ldots & a_n \\ b_1 & b_2 \ldots & b_n \end{pmatrix} :$$

n est son degré.

Soit

(4) $$T = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 \ldots & a_n \\ c_1 & c_2 \ldots & c_n \end{pmatrix}$$

où

(5) $$c_1, c_2, \ldots, c_n$$

sont des lettres qui peuvent ne pas être toutes distinctes, mais appartiennent toutes à (1), une opération distincte ou non de S : l'opération qui consiste à remplacer $a_1, a_2, \ldots, a_n$ par $b_1, b_2, \ldots, b_n$ respectivement puis $b_1, b_2, \ldots, b_n$ respectivement par les lettres que T leur substitue, sera dite le produit de S par T, et se représentera par la notation S T.

Ceci posé, soit

(6) $$S_1, S_2, \ldots, S_\alpha$$

un ensemble G de α opérations entre n lettres, telles que le produit de 2 opérations quelconques de (6) appartienne à l'ensemble (6) : G sera dit un groupe d'opérations.

Dans le cas particulier où (2) est formé de lettres distinctes S est une substitution. Sinon ce sera une non-substitution. On retrouve ainsi la notion de substitution et de groupe de substitutions entre n lettres comme cas particuliers de celles d'opérations et de groupes d'opérations définis comme nous venons de le faire.

D'après ce que nous avons établi dans une note des *Annali di Matematica* (*), ou, comme on le voit de suite :

La condition nécessaire et suffisante pour qu'une opération S possède une opération inverse S', c'est-à-dire pour qu'il y ait une opération S' telle que $S S' = 1$, est que S soit une substitution.

L'ensemble des substitutions d'un groupe d'opérations forme un groupe de substitutions.

Le produit de 2 opérations dont l'une est une non-substitution est une non-substitution. Par suite l'ensemble des non-substitutions d'un groupe d'opérations forme un groupe.

Le sous-groupe formé des substitutions d'un groupe A d'opérations dérivé d'un groupe B de substitutions et d'un certain nombre de non-substitutions coïncide avec B.

On peut encore établir le lemme suivant :

LEMME. — Si le produit de 2 opérations, dont l'une est une substitution, est une substitution, il en est de même de l'autre opération.

En effet, si T et $S T = U$ sont des substitutions, elles ont des opérations inverses. T^{-1} et U^{-1}, et $\Sigma = T U^{-1}$ est une substitution. Or $S T U^{-1} = 1 = S \Sigma$, en sorte que S est une substitution.

On raisonnerait de même si T et $T S = V$ étaient des substitutions, car $\Sigma' = V^{-1} T$ serait une substitution, et $\Sigma' S = 1$.

II

Les définitions données ci-dessus équivalent dans le cas où n est premier ou puissance de nombre premier à celles que nous avons données dans notre note précitée des *Annali di Matematica*.

En effet, considérons n^m lettres (n 1^er^) : nous pourrons affecter

(*) 1895.

chacune de m indices (mod n) formés chacun avec les résidus 0, 1, 2, ..., $n-1$ (mod n), de façon qu'à 2 lettres distinctes correspondent 2 systèmes distincts d'indices, et réciproquement.

Un système de m indices $x_1, x_2, \ldots, x_m$ correspondra à une lettre et une seule qu'on pourra désigner par la notation $(x_1, x_2, \ldots, x_m)$. Toute opération entre les n^m lettres pourra se représenter par une opération entre les systèmes d'indices et réciproquement.

En particulier si

$$f_1(x_1, x_2, \ldots, x_m), f_2(x_1, x_2, \ldots, x_m) \ldots, f_m(x_1, x_2, \ldots, x_m),$$

sont des polynomes entiers à coefficients entiers (mod n), on représente par

$$(7)\quad S = [x_1, \ldots, x_m ; f_1(x_1, \ldots, x_m), \ldots, f_m(x_1, \ldots, x_m)] \pmod n,$$

où $x_1, x_2, \ldots, x_m$ prennent toutes les valeurs 0, 1, 2, .. , $n-1$ (mod n), l'opération qui consiste à remplacer chacun des n_m systèmes de valeurs $x_1, \ldots, x_m$ par chacun des systèmes correspondants $f_1, \ldots, f_m$. C'est la définition que nous avons donnée, par analogie avec les travaux de M. Lie sur les groupes continus de transformations, dans notre note précitée.

Ces définitions permettent d'établir assez simplement les deux théorèmes suivants :

Théorème 1. — Toute opération de degré n_m peut être représentée sous la forme

$$(8)\quad S = [x_1, \ldots, x_m ; f_1, \ldots, f_m] \pmod n,$$

où $f_1, \ldots, f_m$ sont des polynomes entiers en $x_1, \ldots, x_m$ à coefficients entiers de degré $\leqslant n-1$ pour chacune de ces variables. Les $(n^m)^{n^m}$ opérations obtenues en donnant aux coefficients dans $f_1, \ldots, f_m$ tous les systèmes distincts possibles de valeurs (mod n) sont distinctes et forment le groupe général d'opérations entre n^m lettres.

On établit d'abord le théorème pour $m = 1$. En effet, si

$$f(x_1) = A_1 x_1^{n-1} + A_2 x_1^{n-2} + \ldots + A_n \pmod n$$

est un polynome entier de degré $\leqslant n-1$ à coefficients entiers (mod n), les n^n opérations de la forme (8) obtenues en donnant à A_1,

$A_2, \ldots, A_n$ tous les systèmes de valeurs possibles (mod n) sont distinctes ; car 2 opérations

$$S = [x_1, f(x_1)],\ T = [x_1, \varphi(x_1)],\ (\mathrm{mod}\ n),$$

ne peuvent être identiques que si l'on a

$$f(x_1) \equiv \varphi(x_1)\ (\mathrm{mod}\ n) \tag{9}$$

quel que soit x_1 (mod n). Or si

$$\varphi(x_1) \equiv B_1 x_1^{n-1} + B_2 x_1^{n-2} + \ldots + B_n\ (\mathrm{mod}\ n),$$

(9) ne peut avoir lieu que si l'on a

$$A_1 \equiv B_1, \ldots, A_n \equiv B_n\ (\mathrm{mod}\ n),$$

car une congruence de degré $n - 1$ ne peut avoir plus de $n - 1$ racines distinctes (mod n).

Le nombre des opérations distinctes entre n lettres ou indices étant n^n comme celui des opérations (8) pour $m = 1$, et toute opération de la forme (8) pour $m = 1$ étant une opération entre n indices, le théorème est vrai pour $m = 1$.

Ceci posé, on établira sans peine que 2 polynomes entiers f_i et φ_i en $x_1, \ldots, x_m$, de degré $\leqslant n - 1$ par rapport à chacune de ces variables ne peuvent être congrus (mod n) pour toutes les valeurs de $x_1, \ldots, x_m$ (mod n) que s'ils sont identiques. Le théorème est vrai pour $m = 1$: on admettra qu'il l'est pour $m \leqslant j - 1$, et on l'établira sans peine pour $m = j$.

On en conclura que 2 opérations de la forme (8) S et

$$T = [x_1, \ldots, x_m ; \varphi_1, \ldots, \varphi_m]\ (\mathrm{mod}\ n)$$

ne peuvent être identiques que si l'on a identiquement

$$f_1 \equiv \varphi_1, \ldots, f_m \equiv \varphi_m\ (\mathrm{mod}\ n).$$

Chacun des polynomes f_i renfermant n^m coefficients et prenant n^{n^m} valeurs distinctes (mod n) quand chacun de ces coefficients prend les valeurs 0, 1, 2, ..., $n - 1$, il y a $(n^m)^{n^m}$ opérations distinctes de la forme (8) qui forment d'ailleurs évidemment un groupe. C'est aussi le nombre d'opérations distinctes entre n^m lettres. Toute opération de la forme (8) étant une opération entre n^m lettres, le théorème est complètement établi.

c. q. f. d.

THÉORÈME II (Jordan). — La condition nécessaire et suffisante pour que l'opération linéaire

$$S=[x_1,\ldots,x_m;\ a'_1x_1+\ldots+a_1{}^mx_m+\alpha_1,\ldots,a'_mx_1+\ldots+a_m{}^mx_m+\alpha_m]\pmod n$$

soit une substitution est que le déterminant de l'opération,

$$\Delta=\begin{vmatrix} a'_1 & \ldots & a_1{}^m \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ a'_m & \ldots & a^m{}_m \end{vmatrix}$$

soit $\equiv\!|\equiv 0 \pmod n$.

En effet, si S est une substitution,

$$T=[x_1,\ldots,x_m;\ x_1-\alpha_1,\ldots,x_m-\alpha_m]\pmod n$$

en étant une, $U=ST$ en est une ; et réciproquement, d'après un lemme précédent, si U est une substitution, S en est une. Il suffit donc d'établir le théorème pour

$$U=[x_1,\ldots,x_m;\ a'_1x_1+\ldots+a_1{}^mx_m,\ldots,a'_mx_1+\ldots+a^m{}_mx_m]\pmod n.$$

D'après ce qu'on a vu, U sera une substitution à la condition nécessaire et suffisante qu'elle possède une opération inverse V telle que $UV=1$. Les opérations linéaires formant un groupe, V lui appartiendra, si U est une substitution, et sera linéaire ; V sera de la forme

$$V=[x_1,\ldots,x_m;\ b'_1x_1+\ldots+b_1{}^mx_m,\ldots,b'_mx_1+\ldots+b^m{}_mx_m]\pmod n$$

et l'on aura $UV=1$ à la condition nécessaire et suffisante que l'on ait

$$\sum b^i_k=\sum_j a^j_i x_j-x_k\equiv 0\pmod n,\quad (k=1,\ \ldots,\ m),$$

quels que soient $x_1, \ldots, x_m$, c'est-à-dire

$$(10)\quad \begin{cases} \sum_1^m{}^i\, b_k^i a_i^j \equiv 0 \pmod n\ , \text{ si } j \neq k. \\ \sum_1^m{}^i\, b_k^i a_i^k \equiv 1 \pmod n\ , \text{ pour } j = k. \end{cases}$$

La condition nécessaire et suffisante pour que (10) détermine un système de valeurs des b_k^i et un seul en fonction des a_i^j est précisément que Δ soit $\not\equiv 0 \pmod n$.

c. q. f. d.

Remarque. — L'opération (7) peut toujours être mise sous la forme (8) en remarquant que l'on a toujours quel que soit x

$$x^n \equiv x \pmod n.$$

La condition nécessaire et suffisante pour que (8) soit une substitution est qu'il existe une opération T de même forme telle que $S\,T = 1$. Cette condition donnera pour déterminer les coefficients de T un système de congruences linéaires, et ce système admettra une solution et une seule à la condition nécessaire et suffisante qu'un déterminant formé avec les coefficients de S soit $\not\equiv 0 \pmod n$. Ce déterminant C pourra être appelé le déterminant de l'opération. Quand S est linéaire il se réduit au déterminant Δ.

III

D'après un théorème de Galois, étant donnée une équation algébrique $f(x) = 0$, à coefficients rationnels ordinaires (*), de degré n, et de racines distinctes, $x_1, x_2, \ldots, x_n$, il existe entre les racines un groupe G de substitutions tel que toute fonction rationnelle des racines dont les substitutions de ce groupe n'altèrent pas la valeur numérique soit rationnellement exprimable ; et réciproquement, que toute fonction rationnelle des racines, rationnellement exprimable ait sa valeur numérique inaltérée par les substitutions de ce groupe. Il y a donc des fonctions rationnellement exprimables appartenant à G, et le groupe de toute fonction rationnellement exprimable contient G. Ceci posé soit $\varphi(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ une fonction rationnellement expri-

(*) Les mêmes propriétés subsistent pour des coefficients formés rationnellement avec des irrationnelles algébriques réelles.

mable et appartenant à G. La valeur numérique de φ est évidemment réelle et reste invariable quand on change $i = \sqrt{-1}$ en $-i$. Or, soient $x_1, x_2, \ldots, x_{2v-1}, x_{2v}$, avec $v > 0$, les $2v$ racines imaginaires de $f(x) = 0$, dont on ne suppose pas toutes les racines réelles, x_{2k-1} et x_{2k} étant conjuguées. Le changement de i en $-i$ dans $\varphi(x_1, \ldots, x_n)$ revient à y opérer la substitution

$$(11) \qquad S = (x_1\, x_2) \ldots (x_{2k-1}\, x_{2k}) \ldots (x_{2v-1}\, x_{2v}),$$

en sorte que S laisse la valeur numérique de φ invariable, et appartient à G.

On peut d'ailleurs toujours déterminer la valeur de v à l'aide de théorèmes connus, en particulier du théorème de Sturm.

Voici quelques conséquences de cette remarque simple :

I. Une équation qui a exactement $4k + 2$ racines imaginaires contient une substitution impaire et a son groupe composé.

II. Une équation dont le groupe est de classe u ne peut avoir moins de u racines imaginaires que si toutes ses racines sont réelles.

III. Une équation irréductible résoluble de degré 1er p a toutes ses racines réelles ou $p - 1$ racines imaginaires (Théorème de Kronecker).

On sait qu'un groupe primitif de degré n et de classe u contient le groupe alterné de degré n si l'on n'a pas (*) $u \geqslant \psi(n)$, $\psi(n)$ étant une certaine fonction de n. Dès lors :

IV. Si une équation irréductible de degré n a $2v$ racines imaginaires, avec $0 < 2v < \psi(n)$, son groupe contient le groupe alterné ou n'est pas primitif.

Dans ce dernier cas on sait que l'équation peut se résoudre à l'aide d'équations de degré moindre dont l'une à coefficients rationnels, les autres à coefficients formés rationnellement pour chacune avec une racine de la première (**).

V. Si une équation irréductible de degré premier p a $2v$ racines imaginaires avec $0 < 2v < \psi(p)$, son groupe est symétrique ou alterné, et même symétrique si $2v = 4k + 2$.

(*) Jordan, *J. für Math.*, t. 79, 1875, p. 248-258.

(**) Vogt, *Leçons sur la résolution algébrique des équations*, p. 182.

VI. Une équation dont le groupe est d'ordre impair a toutes ses racines réelles.

Voici une application de ce qui précède : on sait (*) que l'équation algébrique

$$x^p + p\,A_1\,x^{p-1} + p\,A_2\,x^{p-2} + \ldots + p\,A_{p-1}\,x \pm p = 0,$$

où p est 1er et où $A_1, A_2, \ldots, A_{p-1}$ sont entiers, est irréductible.

On sait d'autre part qu'un groupe primitif de degré 11, et qui ne contient pas le groupe alterné de degré 11, est de classe $\geqslant 8$; en sorte que l'on peut prendre $\psi(11) = 8$.

Considérons maintenant l'équation algébrique irréductible

$$(11)\quad x^{11} + p\,A_1\,x^{10} + p\,A_2\,x^9 + p\,A_3\,x^8 + p\,A_{10}\,x - p = 0,$$

où l'on a $p = 11$ et

$$\begin{cases} A_1 = -\dfrac{\theta + \alpha^3 + p\alpha\left(\dfrac{\eta-\zeta}{2} + \varepsilon\right) + p\left(1 + \dfrac{\eta+\zeta}{2}\right)}{p\,(\alpha^2 - 1)} \\ A_2 = \dfrac{\eta-\zeta}{2} + \varepsilon \\ A_3 = -A_1 + 1 + \dfrac{\eta+\zeta}{2} \\ A_{10} = -\varepsilon \end{cases}$$

$\alpha, \varepsilon, \eta, \zeta, \theta$ étant des entiers positifs > 0 et tels que $\alpha > 1$, $\eta - \zeta$ pair et A_1 entier. La substitution des 6 quantités $-\infty, -1, 0, +1, +\alpha, +\infty$ donnant dans le 1er membre de l'équation (11) des résultats alternativement négatifs et positifs, cette équation a au moins 5 racines réelles et au plus 6 racines imaginaires. Le nombre des variations du 1er membre de (11) et de son transformé en $-x$ étant d'ailleurs $\leqslant 6$, cette équation a au moins 5, par suite 6 racines imaginaires, d'après le théorème de Descartes (**). Donc (11) a exactement 6 racines imaginaires.

D'après la propriété V, le groupe de l'équation (11) est le groupe symétrique de degré 11.

(*) SERRET, *Algèbre supérieure*, t. I, 5me édition, 1885, p. 244.

(**) SERRET, *Algèbre supérieure*, t. I, 5me édition, 1885, p. 259.

M. Charles BERDELLÉ

Ancien garde général des forêts à Rioz (Haute-Saône).

L'ARITHMÉTIQUE DES GAMMES [534.3212]

— *Séance du 12 août 1897* —

Dédié à MM. Cornu et Mercadier.

Pour le calcul des notes de la gamme il y a trois systèmes principaux en présence : 1° Le système ancien ou de Pythagore où le calcul se fait très simplement par succession de quintes majeures; la valeur de chaque note est contenue dans la formule

$$3^{\pm m}\,2^{\mp n}$$

2° Le système actuellement enseigné où 4 notes de la gamme majeure répondent à la formule ci-dessus, et où les 3 autres renferment en plus le facteur 5^{+1}.

Tableau A.

si ♯	$3^{12}\ 2^{-19}$	$5^{1}\ 3^{8}\ 2^{-15}$
mi ♯	$3^{11}\ 2^{-17}$	$5^{1}\ 3^{7}\ 2^{-13}$
la ♯	$3^{10}\ 2^{-15}$	$5^{1}\ 3^{6}\ 2^{-11}$
ré ♯	$3^{9}\ 2^{-14}$	$5^{1}\ 3^{5}\ 2^{-10}$
sol ♯	$3^{8}\ 2^{-12}$	$5^{1}\ 3^{4}\ 2^{-8}$
do ♯	$3^{7}\ 2^{-11}$	$5^{1}\ 3^{3}\ 2^{-7}$
fa ♯	$3^{6}\ 2^{-9}$	$5^{1}\ 3^{2}\ 2^{-5}$
SI	$3^{5}\ 2^{-7}$	$5^{1}\ 3^{1}\ 2^{-3}$
MI	$3^{4}\ 2^{-6}$	$5^{1}\ 3^{0}\ 2^{-2}$
LA	$3^{3}\ 2^{-4}$	$5^{1}\ 3^{-1}\ 2^{0}$
RÉ	$3^{2}\ 2^{-3}$	$5^{1}\ 3^{-2}\ 2^{1}$
SOL	$3^{1}\ 2^{-1}$	$5^{1}\ 3^{-3}\ 2^{3}$
DO	$3^{0}\ 2^{0}$	$5^{1}\ 3^{-4}\ 2^{4}$
FA	$3^{-1}\ 2^{+2}$	$5^{1}\ 3^{-5}\ 2^{6}$
si ♭	$3^{-2}\ 2^{+4}$	$5^{1}\ 3^{-6}\ 2^{8}$
mi ♭	$3^{-3}\ 2^{+5}$	$5^{1}\ 3^{-7}\ 2^{9}$
la ♭	$3^{-4}\ 2^{+7}$	$5^{1}\ 3^{-8}\ 2^{11}$
ré ♭	$3^{-5}\ 2^{+8}$	$5^{1}\ 3^{-9}\ 2^{12}$
sol ♭	$3^{-6}\ 2^{+10}$	$5^{1}\ 3^{-10}\ 2^{14}$
do ♭	$3^{-7}\ 2^{+11}$	$5^{1}\ 3^{-11}\ 2^{15}$
fa ♭	$3^{-8}\ 2^{+13}$	$5^{1}\ 3^{-12}\ 2^{17}$

Tableau B.

si ♯	$3^{12}\ 2^{-19}$	$5^{1}\ 3^{8}\ 2^{-15}$
la ♯	$3^{10}\ 2^{-15}$	$5^{1}\ 3^{6}\ 2^{-11}$
sol ♯	$3^{8}\ 2^{-12}$	$5^{1}\ 3^{4}\ 2^{-8}$
fa ♯	$3^{6}\ 2^{-9}$	$5^{1}\ 3^{2}\ 2^{-5}$
MI	$3^{4}\ 2^{-6}$	$5^{1}\ 3^{0}\ 2^{-2}$
RÉ	$3^{2}\ 2^{-3}$	$5^{1}\ 3^{-2}\ 2^{+1}$
DO	$3^{0}\ 2^{0}$	$5^{1}\ 3^{-4}\ 2^{4}$
si ♭	$3^{-2}\ 2^{4}$	$5^{1}\ 3^{-6}\ 2^{8}$
la ♭	$3^{-4}\ 2^{7}$	$5^{1}\ 3^{-8}\ 2^{11}$
sol ♭	$3^{-6}\ 2^{10}$	$5^{1}\ 3^{-10}\ 2^{14}$
fa ♭	$3^{-8}\ 2^{13}$	$5^{1}\ 3^{-12}\ 2^{17}$
mi ♯	$3^{11}\ 2^{-17}$	$5^{1}\ 3^{7}\ 2^{-13}$
ré ♯	$3^{9}\ 2^{-14}$	$5^{1}\ 3^{6}\ 2^{-10}$
do ♯	$3^{7}\ 2^{-11}$	$5^{1}\ 3^{3}\ 2^{-7}$
SI	$3^{5}\ 2^{-7}$	$5^{1}\ 3^{1}\ 2^{-3}$
LA	$3^{3}\ 2^{-4}$	$5^{1}\ 3^{-1}\ 2^{0}$
SOL	$3^{1}\ 2^{-1}$	$5^{1}\ 3^{-3}\ 2^{3}$
FA	$3^{-1}\ 2^{+2}$	$5^{1}\ 3^{-5}\ 2^{6}$
mi ♭	$3^{-3}\ 2^{5}$	$5^{1}\ 3^{-7}\ 2^{9}$
ré ♭	$3^{-5}\ 2^{8}$	$5^{1}\ 3^{-9}\ 2^{12}$
do ♭	$3^{-7}\ 2^{12}$	$5^{1}\ 3^{-11}\ 2^{16}$

3° Le système Cornu-Mercadier qui calcule d'après le 1er système les notes de la gamme mélodique (chantée à une seule voix); et d'après le 2e les notes harmoniques, c'est-à-dire celles qui font partie d'un accord.

Les notes *mi*, *si* et *la*, calculées d'après

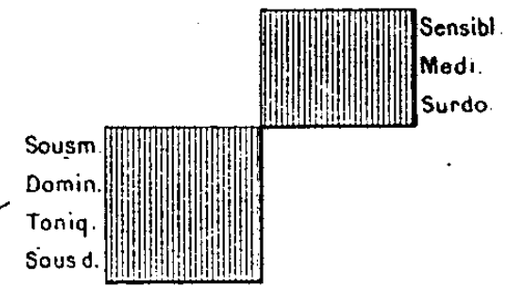


TABLEAU C.

	2 096 152	2^{21}	sol♭♭
fa♯	1 594 323	3^{13}	
	1 048 576	2^{20}	ré♭♭
si♯	531 441	3^{12}	
	524 288	2^{19}	
	262 144	2^{18}	la♭♭
mi♯	177 147	3^{11}	
	131 072	2^{17}	
	65 536	2^{16}	mi♭♭
la♯	59 049	3^{10}	
	32 768	2^{15}	si♭♭
ré♯	19 683	3^{9}	
	16 384	2^{14}	
	8 192	2^{13}	fa♭
sol♯	6 561	3^{8}	
	4.096	2^{12}	do♭
do♯	2 187	3^{7}	
	2 048	2^{11}	
	1 024	2^{10}	sol♭
fa♯	729	3^{6}	
	512	2^{9}	
	256	2^{8}	ré♭
SI	243	3^{5}	
	128	2^{7}	la♭
MI	81	3^{4}	
	64	2^{6}	
	32	2^{5}	mi♭
LA	27	3^{3}	
	16	2^{4}	si♭
RÉ	9	3^{2}	
	8	2^{3}	
	4	2^{2}	FA
SOL	3	3^{1}	
	2	2^{1}	DO
DO	1	3^{0}	
	1	2^{0}	

TABLEAU D.

fa♭	655 360	5.2^{17}	
	531 441	3^{12}	
do♭	327 680	5.2^{16}	
	177 147	3^{11}	
	163 840	5.2^{15}	
sol♭	81 920	5.2^{14}	
	59 049	3^{10}	
	40 960	5.2^{13}	
ré♭	20 480	5.2^{12}	
	19 683	3^{9}	
la♭	10 240	5.2^{11}	
	6 561	3^{8}	
	5 120	5.2^{10}	
mi♭	2 560	5.2^{9}	
	2 187	3^{7}	
si♭	1 280	5.2^{8}	
	729	3^{6}	
	640	5.2^{7}	
FA	320	5.2^{6}	
	243	3^{5}	
DO	160	5.2^{5}	
	81	3^{4}	
	80	5.2^{4}	
SOL	40	5.2^{3}	
	27	3^{3}	
	20	5.2^{2}	
RÉ	10	5.2^{1}	
	9	3^{2}	
LA	5	5.2^{0}	
	3	3^{1}	
	2,5	5.2^{-1}	

	131 072	2^{17}	
fa♯	98 415	5.3^{9}	
	65 536	2^{16}	
si♯	32 805	5.3^{8}	
	32 768	2^{15}	
	16 384	2^{14}	
mi♯	10 935	5.3^{7}	
	8 192	2^{13}	
	4 096	2^{12}	
la♯	3645	5.3^{6}	
	2 048	2^{11}	
ré♯	1 215	5.3^{5}	
	1 024	2^{10}	
	512	2^{9}	
sol♯	405	5.3^{4}	
	256	2^{8}	
do♯	135	5.3^{3}	
	128	2^{7}	
	64	2^{6}	
fa♯	45	5.3^{2}	
	32	2^{5}	
	16	2^{4}	
SI	15	5.3^{1}	
	8	2^{3}	
MI	5	5.3^{0}	
	4	2^{2}	
	2	2^{1}	
LA	1,222...	5.3^{-1}	
	1	2^{0}	

le second système sont chacune à leur valeur calculée d'après le premier, dans le rapport de $\frac{80}{81}$; c'est-à-dire qu'elles sont baissées d'un comma.

Pour pouvoir arriver dans tous les tons à produire une gamme d'après le deuxième système, il suffit à côté des notes de la gamme pythagoricienne à en mettre d'autres baissées d'un comma harmonique ou de $\frac{80}{81}$.

Les tableaux A et B ci-contre montrent deux manières de calculer ces valeurs sous forme de produits de puissances des facteurs 2, 3 et 5.

Nous n'entrons dans aucune explication sur leur formation qui saute à l'œil. Un carton muni de lucarnes d'après le dessin qui accompagne le tableau (p. 199) pourra être posé sur ce tableau de quatorze manières donnant la valeur des notes des quatorze gammes, toutes *parfaitement* semblables entre elles (en faisant éprouver à l'exposant du facteur 2 la modification nécessaire dans chaque note).

Il est facile de voir que cette manière de calculer convient aussi bien à la théorie Cornu-Mercadier qu'à la théorie vulgairement enseignée. Pour le système pythagoricien on n'a qu'à supprimer la 3e colonne des tableaux A et B. Si au lieu des formules, des valeurs des notes on désire avoir ces valeurs effectuées il suffit de calculer les 20 premières puissances de 2, les 12 premières de 3, et les produits de ces puissances par 5. Après cela on établit sur du papier quadrillé trois échelles dont on prolonge les échelons alternativement hors des montants de droite et de gauche. Dans la première de ces échelles et la troisième on inscrit par ordre de grandeur les puissances de 2, en laissant entre chaque puissance un espace vide. Dans la seconde échelle on met de même les produits de 5 par les mêmes puissances de 2.

Dans les espaces vides des deux premières échelles on inscrit les puissances de 3, mais de manière à les ranger par ordre de grandeur avec les nombres déjà inscrits. On en fait de même des produits par 5 des puissances de 3 dans la troisième échelle Après cela on n'a plus qu'à inscrire en dehors des échelles les notes par ordres de quintes ascendantes ou descendantes comme le montrent *les tableaux* C *et* D.

La numération la plus naturelle pour la théorie musicale serait la numération binaire, et à cause des inconvénients que celle-ci peut présenter, la numération octavale. Le nombre neuf dans cette numération est écrit 11 = huit-un. De là résulte pour calculer les notes de seconde majeure en seconde majeure un procédé presque semblable à celui de la formation du triangle de Pascal. C'est ce qui rend très

facile la formation *du tableau* E donnant la valeur des notes de la gamme dans le système de numération octavale bien supérieure sous beaucoup de rapports à la numération décimale et même à la numération duodécimale.

TABLEAU E.

Nombres octavaux ci-contre.				Avec les dénomin. ci-contre. Numérateurs égaux à : 1, 2, 4, 10, etc.	5, 12, 24, 50, etc.
DO	1	2	4	DO	MI_c
RÉ	1 1	2 2	4 4	si ♭	$RÉ_c$
MI	1 2 1	2 4 2	5 0 4	la ♭	DO_c
fa #	1 3 3 1	2 6 6 2	5 5 4 4	sol ♭	si $♭_c$
sol #	1 4 6 4 1	3 1 5 0 2	6 3 2 0 4	fa ♭	la $♭_c$
la #	1 6 3 2 5 1	3 4 6 5 2 2	7 1 5 2 4 4	mi ♭♭	sol $♭_c$
si #	2 0 1 5 7 6 1	4 0 3 3 7 4 2	1 0 3 3 1 7 0 4	ré ♭♭	fa $♭_c$
SOL	3	6	1 4	FA	LA_c
LA	3 3	6 6	1 5 4	mi ♭	SOL_c
SI	3 6 3	7 4 6	1 7 1 4	ré ♭	FA_c
do #	4 2 1 3	1 0 4 2 6	2 1 0 5 4	do ♭	mi $♭_c$
ré #	4 6 3 4 3	1 1 4 7 0 6	2 3 1 6 1 4	si ♭♭	ré $♭_c$
mi #	5 3 1 7 7 3	1 2 6 3 7 6 6	2 5 4 7 7 5 4	la ♭♭	do $♭_c$
MI_c	5	1 2	2 4		
fa $\#_c$	5 5	1 3 2	2 6 4		
sol $\#_c$	6 2 5	1 4 5 2	3 1 2 4		
la $\#_c$	7 0 7 5	1 6 1 7 2	3 4 3 6 4		
si $\#_c$	1 0 0 0 4 5	2 0 0 1 1 2	4 0 0 2 2 4		
SI_c	1 7	3 6	7 4		
do $\#_c$	2 0 7	4 1 6	1 0 3 4		
ré $\#_c$	2 2 7 7	4 5 7 6	1 1 3 7 4		
mi $\#_c$	2 5 0 6 7	5 2 5 5 6	1 2 5 3 3 4		

M. Ch. ANDRÉ

Professeur à la Faculté des Sciences, Directeur de l'Observatoire de Lyon, à Saint-Genis-Laval.

UTILISATION DE LA VITESSE RADIALE POUR LA DÉTERMINATION DES DIMENSIONS ABSOLUES DES SYSTÈMES BINAIRES

[523.84]

— *Séance du 12 août 1897* —

L'observation micrométrique des Etoiles doubles permet d'obtenir la valeur angulaire du grand axe de l'orbite décrite par le Compagnon autour de l'Etoile principale; mais elle ne nous apprend rien sur la valeur absolue de ce grand axe rapporté à l'unité astronomique de longueur. Cette notion serait cependant de la plus haute importance pour la comparaison de ce système binaire à celui dont nous faisons partie, et par suite pour la connaissance de la structure des Cieux.

Soit en effet (a'') la valeur angulaire déduite de l'observation micrométrique, a sa valeur en unité absolue, p la parallaxe, Δ la distance du système binaire à la Terre ou au Soleil, on a :

$$p = \frac{1}{\Delta} = \frac{a''}{a}$$

d'où

$$a = \frac{(a'')}{(p'')}.$$

Mais parmi les 60 groupes binaires dont les orbites sont suffisamment connus, on n'en compte que quatre dans ce cas, à savoir : Sirius α du Centaure, 70 p. Ophiucus et la 61^e du Cygne.

Et comme la détermination des parallaxes est l'une des opérations les plus difficiles de l'Astronomie d'observation, il y a lieu de chercher si par un procédé plus facile on n'arriverait pas au même résultat. C'est ce à quoi l'on arrive en déterminant, par des observations spectroscopiques, la composante suivant la ligne de visée de la vitesse orbitale du Compagnon, que l'on appelle sa *vitesse radiale*.

Car, les mesures de cette vitesse aux différents points de l'Orbite donnent les dimensions absolues de la projection du demi-grand axe de l'orbite sur la ligne de visée ; et la combinaison de ce nombre avec celui qu'ont donné les mesures micrométriques conduit au résultat cherché.

Mais toutes les époques ne sont pas également favorables pour ces déterminations ; les meilleures sont évidemment celles où le Compagnon se trouve à l'un ou à l'autre de ses nœuds ; la vitesse radiale a alors ses deux plus fortes valeurs absolues, elle est d'ailleurs de sens inverse dans chaque cas. D'autres époques qui ont aussi quelques avantages sont celles qui correspondent aux cas où le rayon vecteur est perpendiculaire à la ligne des nœuds ; les vitesses radiales sont, en valeur absolue, les mêmes à ces deux époques et égales à la moyenne algébrique des deux vitesses maxima.

Dans le but de faciliter ce genre d'observations, j'ai calculé pour les 60 groupes binaires dont les orbites sont suffisamment connues :

1° Les époques de passage par l'un ou l'autre nœud.

2° Les époques où le rayon vecteur est perpendiculaire à la ligne des nœuds.

3° Les valeurs pour chacune de ces quatre époques du produit

$$p.\mathrm{R}$$

de la parallaxe exprimée en secondes par la vitesse radiale exprimée en kilomètres.

4° Les valeurs pour chacune de ces époques de ce même produit en y supposant la parallaxe égale pour chacun des groupes à

$$0'',2.$$

Toutes ces données sont rassemblées dans le tableau I qui suit. D'autre part, et pour terme de comparaison j'ai calculé pour chacun des quatre groupes dont les parallaxes sont connues les valeurs de la vitesse radiale aux époques choisies plus haut ; elles sont données ci-dessous dans le tableau II.

(Suit le tableau.)

TABLEAU I

COUPLE STELLAIRE	NŒUD DESCENDANT			NŒUD ASCENDANT			RAYON PERPENDICULAIRE			
	Epoque	p R	R	Epoque	p R	R	Epoque	Epoque	p R	R
			K m			K m				K m
Σ 3062	1824.4	+ 0″291	+ 1.5	1847.8	— 0″301	— 1.5	1887.7	1836.2	— 0″005	— 0.0
Σ 2	1899.6	0.122	0.6	2012.4	0.066	0.3	1934.3	2048.0	+ 0.028	+ 0.1
β 395 = 82 Baleine	1887.3	0.542	2.6	1897.7	1.819	9.1	1882.5	1896.1	— 0.653	— 3.3
η Cassiopée	1945.3	0.625	3.1	1901.8	1.452	7.3	1916.5	1869.7	— 0.414	— 2.1
66 Poissons	1959.5	0.019	0.1	1899.7	0.038	0.2	1881.2	1914.9	— 0.009	— 0.0
γ Andromède	1885.1	0.075	0.4	1892.3	0.714	3.6	1891.5	1893.6	— 0.320	— 1.6
40 o² Eridan	1863.0	1.137	5.7	1961.8	0.761	3.8	1899.7	2010.2	+ 0.188	+ 0.9
12 Lynx (A.B)	1807.7	0.066	0.3	2122.0	0.066	0 3	1966.9	1718.7	0.000	0.0
Sirius	1901.9	2.486	12.4	1892.1	5.945	29.7	1883.4	1894.7	— 1.730	— 8.7
Castor	1628.6	0.150	0.8	1764.0	0.132	0.7	1755.7	2304.9	+ 0.009	+ 0.0
9 Argus	1891.6	1.438	7.2	1893.7	0.996	5.0	1884.9	1892.5	+ 0.221	+ 1.1
ζ Ecrevisse	1921.0	0.056	0.3	1878.2	0.056	0.3	1930.2	1898.5	0.000	0.0
Σ 3121	1869.6	0.484	2.4	1881.0	0.729	3.6	1889.1	1876.6	— 0.122	— 0.6
ω Lion	1822.7	0.179	0.9	1847.2	0.329	1.6	1872.4	1839.2	— 0.175	— 0.4
φ Gde Ourse	1882.4	0.094	0.5	1920.9	0.038	0.2	1869.5	1795.5	+ 0.028	+ 0.1
γ Lion	1875.4	0.042	0.2	1738.7	0.249	1.2	1753.3	1717.2	— 0.103	— 0.5
ξ Gde Ourse	1889.1	0.855	4.3	1931.3	1.391	7.0	1917.0	1877.7	— 0.268	— 1.3
ΟΣ 234	1908.7	0.089	0.4	1877.1	0.155	0.8	1887.5	1862.3	— 0.033	— 0.2
ΟΣ 235	1890.1	0.197	1.0	1839.0	0.320	1.6	1856.8	1908.7	— 0.061	— 0.3
γ Centaure	1909.2	0.113	0.6	1848.2	0.931	4.7	1934.1	1851.2	— 0.409	— 2.0
γ Vierge	2028.9	0.738	3.7	1838.1	0.738	3.7	1836.5	1933.5	0.000	0.0
35 Chev. de Bge	1832.3	0.235	1.2	1799.8	0.244	1.2	1816.0	1703.5	— 0.005	— 0.0
42 Chev. de Bge	1888.0	0.898	4.5	1882.3	0.706	3.8	1885.5	1896.6	+ 0.066	+ 0.3
ζ Gde Ourse										
ΟΣ 269	1880.6	0.273	1.4	1898.8	0.150	0.7	1871.4	1886.3	+ 0.061	+ 0.3
Σ 1757	1911.7	0.118	0.6	1765.6	0.183	0.9	1817.1	1696.5	— 0.033	— 0.2
25 Ch. de Ch	2002.4	0.047	0.2	1867 0	0.244	1.2	1861.9	1876.7	— 0.099	— 0.5
Σ 1785	1803.2	0.188	0.9	1902.4	0.555	2.8	1908.1	1886.0	— 0.183	— 0.9
Σ 1819	2131.5	0.099	0.5	1950.1	0.052	0.3	1841.4	2074.8	+ 0.024	+ 0.1
α Centaure	1872.3	9.893	49.5	1891.1	4.987	24.9	1855.5	1878.3	+ 2.453	+ 12.3
ΟΣ 285	1911.7	0.061	0.3	1881.2	0.165	0.8	1871.2	1888.5	— 0.052	— 0.3
ξ Bouvier	1892.7	0.912	4.6	1906.4	1.983	9.9	1903.0	1929.9	— 0.536	— 2.7
44 *i* Bouvier	1782.9	0.813	4.1	1910.0	0.136	0.7	1770.7	1794.7	+ 0.338	+ 1.7
η Cour. Borle	1906.1	0.451	2.3	1889.9	0.696	3.5	1895.8	1880.8	— 0.122	— 0.6
μ^2 Bouvier	1860.3	0.216	1.1	1928.6	0.075	0.4	1876.3	2050.4	+ 0.071	+ 0.4
ΟΣ 298	1882.1	0.597	3.0	1898.6	0.353	1.8	1876.2	1885.6	+ 0.122	+ 0.6
γ Cour. Borle	1922.5	0.315	1.6	1907.6	0.353	1.8	1881.4	1914.6	— 0.019	— 0.1
ξ Scorpion	1836.3	0.343	1.7	1880.5	0.381	1.9	1908.5	1859.7	— 0.019	— 0.1
σ Cour. Borle	1808.4	0.353	1.8	1895.7	0.164	0.8	1737.5	1833.0	+ 0.094	+ 0.5
λ Ophiucus	2036.8	0.047	0.2	1798.1	0.113	0.6	1857.3	1761.9	— 0.033	— 0.2
ζ Hercule	1903.9	0.982	4.9	1897.0	1.227	6.1	1885.2	1900.2	— 0.122	— 0.6
167 Hercule	1863.3	0.103	0.5	1912.0	0.122	0.6	1785.2	1890.7	— 0.009	— 0.0
μ Dragon	1899.7	0.000	0.0	2518.1	0.000	0.0	2240.9	2584.7	0.000	0.0
β 416	1894.8	0.808	4.0	1888.6	0.743	3.7	1907.4	1891.8	+ 0.033	+ 0.2
221 (B) Ophiucus	1912.4	0.860	4.3	1885.8	0.625	3.1	1874.1	1901.6	+ 0.188	+ 0.6
μ^2 Hercule	1902.3	0.658	3.3	1879.8	1.034	5.2	1888.0	1871.7	— 0.188	— 0.9
τ Ophiucus	1812.4	0.240	1.2	1895.5	0.071	0.4	1790.7	1827.1	+ 0.085	+ 0.4
70 *p* Ophiucus	1952.1	0.780	3.9	1897.7	2.228	11.1	1890.5	1908.6	— 0.724	— 3.6
99 Hercule		0.000	0.0		0.000	0.0			0.000	0.0
ζ Sagittaire	1896.9	1.302	6.5	1885.5	0.794	4.0	1899.5	1893.0	+ 0.254	+ 1.3
γ Cour. Austle	1953.1	0.169	0.8	1876.8	0.414	2.1	2010.8	1895.0	— 0.122	— 0.6
Σ 2525	1887.1	0.432	2.2	1964.9	0.047	0.2	1891.0	1883.7	+ 0.193	+ 1.0
δ Cygne	2123.8	0.080	0.4	1912.6	0.155	0.8	2250.3	1976.4	— 0.038	— 0.2
ΟΣ 387	1941.9	0.103	0.5	1896.7	0.103	0.5	1974.9	1918.6	— 0.000	— 0.0
ΟΣ 400	1885.4	0.103	0.5	2024.0	0.038	0.2	1907.6	1878.2	+ 0.033	+ 0.2
β Dauphin	1899.2	0.432	2.2	1883.5	0.912	4.6	1887.9	1880.8	— 0.240	— 1.2
λ Cygne	1945.8	0.103	0.5	1924.7	0.273	1.4	1910.7	1929.7	— 0.085	— 0.4
4 Verseau	1891.2	0.235	1.2	1917.8	0 160	0.8	1850.7	1901.7	+ 0.038	+ 0.2
61 Cygne	1585.6	1.076	5.4	1276.9	0.973	4.9	1442.1	1807.3	+ 0.052	+ 0.3
δ Pte Cheval	1892.8	1.340	6.7	1898.4	0.954	4.8	1895.0	1901.8	+ 0.193	+ 1.0
τ Cygne	1915.2	0.860	4.3	1894.6	0.550	2.8	1888.8	1903.0	+ 0.155	+ 0.8
x Pégase	1897.1	1.250	6.3	1894.9	1.222	6.1	1901.7	1896.1	+ 0.014	+ 0.1
ζ Verseau	2212.4	0.056	0.3	1885.1	0.160	0.8	1631.1	1963.3	— 0.052	— 0.3
37 Pégase	1861.4	0.080	0.4	1886.3	0.475	2.4	1913.0	1883.5	— 0.197	— 1.0
π Céphée	1901.5	0.113	0.6	1764.3	0.150	0.8	1817.7	1937.8	— 0.019	— 0.1
85 Pégase	1903.2	0.893	4.5	1885.4	1.072	5.6	1906.8	1893.1	— 0.089	— 0.4

TABLEAU II

	NŒUD ASCENDANT	NŒUD DESCENDANT	RAYON PERPENDICUL^re
Sirius	+ 12s9	— 30s8	9s0
α Centaure	+ 11.9	— 6.0	2.9
70 *p* Ophiucus	+ 4.8	— 13.7	4.5
61 Cygne	+ 2.1	— 1.9	0.1

La plupart d'entre elles sont évidemment très abordables à une détermination expérimentale.

Une série méthodique d'observations de cette nature conduirait donc bien certainement à un accroissement considérable de nos connaissances sur les distances des Etoiles à la Terre et les valeurs réelles des distances qui séparent les unes des autres les composantes des systèmes stellaires doubles.

M. A. de WENDRICH

Général, membre du Conseil des Ingénieurs au Ministère des Voies et Communications, à Saint-Pétersbourg. Délégué officiel du Ministère dans l'Europe occidentale.

APERÇU COMPARATIF DES CHEMINS DE FER RUSSES

[395.09 (47)]

— Séance du 6 août 1897 —

La conviction dominante est qu'un peuple qui désire arriver à son plus grand développement et à une grande puissance politique, doit posséder les meilleures voies de communication et les plus étendues, de même que les peuples, et dans ce nombre la Russie, qui désirent triompher dans la voie de la concurrence sur les marchés économiques, doivent diriger leur attention sur des voies de communication rationnelles.

Ainsi, actuellement, la vitesse des transports dans les voies de communication, la régularité, la sécurité, le confort et le bon marché sont autant d'indicateurs de la culture intellectuelle d'un peuple et de sa puissance politique.

En prenant en considération que le succès dans les guerres futures dépendra spécialement de la bonne organisation des voies militaires, la stratégie exige beaucoup des voies ferrées en vue du transport des troupes et du matériel sur le théâtre de la guerre.

Les chemins de fer ont une importance capitale dans la sphère des opérations militaires : ils coopèrent au déplacement des troupes d'un point à un autre ; renforcent la défense des ports, ils facilitent l'investissement, ils aident à l'attaque d'un fort, ils ajoutent à la défense et permettent les sorties, ils coopèrent enfin à la défense des fleuves, des côtes, etc., ceci naturellement lorsque ces chemins de fer sont assurés contre la destruction par l'ennemi. Aussi, non seulement les grandes lignes et leurs embranchements mais aussi les voies ferrées des principaux centres politiques ou grandes villes, voitures à vapeur ou électriques doivent satisfaire à certains buts de stratégie et de tactique. Les grandes puissances s'occupent, par conséquent, de préparer leurs réseaux, non seulement en vue des exigences du commerce et dans un but politique, mais aussi dans un but militaire, à augmenter le rendement des voies ferrées, les voies de garage et le système d'exploitation doivent être établis de manière à répartir régulièrement le travail des lignes magistrales aboutissant aux grands centres et éviter la répétition de ces mêmes opérations sur les stations terminales des lignes magistrales aboutissant aux grands centres, pour tout ce qui concerne la centralisation, le perfectionnement et la diminution des frais d'exploitation des grands réseaux. Il est certain que la division irrationnelle du travail technique et administratif ne peut apporter que des entraves en temps de paix, et des inconvénients encore plus graves en temps de guerre.

Au 1er janvier 1896, on comptaitsur notre globe 698.356 kilomètres de voies ferrées en exploitation :

Europe : 249.899.....	France.....	40.199	(sans les tramways).
	Allemagne.....	46.413	—
	Autriche-Hongrie....	36.648	—
	Russie.....	37.746	—
	Italie.....	14.944	—
	Belgique.....	5.545	—
	etc...		
Amérique.....		369.686	kilomètres.
Afrique.....		13.143	—
Asie.....		43.279	—
Australie.....		22.249	—

La Russie possède actuellement, c'est-à-dire au 1er mai 1897, 38.938 verstes (41.537 kilomètres) de voies en exploitation (dont 7.593 verstes à double voie), 10.503.68 en Russie proprement dite sont en construction par le Ministère des Voies et Communications, et 293,40 en Finlande: soit au total 10.797.17 verstes en construction ou 11.521 kilomètres.

Le premier chemin de fer construit en Russie en 1836, sous Nicolas Ier, avait une longueur de 25 verstes. (La verste vaut 1.067 mètres.)

On a célébré, le 25 juin de cette année 1897, la fête de la naissance du Grand Monarque, promoteur du premier grand chemin de fer (Saint-Pétersbourg-Moscou) en Russie. La première section de la grande ligne du chemin de fer Nicolas a été ouverte en effet il y a juste cinquante ans, le 7 mai 1847, sous le règne de l'empereur Nicolas Ier.

Pour juger du développement des chemins de fer qu'on doit espérer en Russie, pour l'avenir, il convient de se rendre compte du tableau suivant qui en indique le degré de densité dans les autres pays notamment :

	Pour 100 kilomètres carrés de superficie.			Sur 10.000 habitants.
Belgique.....	18	kilomètres de chemins de fer.		8.8
Allemagne.....	8.3	—	—	8.8
France.....	7.8	—	—	10.3
Autriche-Hongrie.....	4.3	—	—	6.8
Etats-Unis d'Amérique.....	3.7	—	—	42.6
Russie (d'Europe).....	0.6	—	—	3.3

De sorte que, si l'on suppose que la Russie augmente dans l'avenir son réseau en proportion de l'étendue de son territoire, soit seulement 6 fois la longueur actuelle, qui est de 41.537 kilomètres, ce pays disposera de lignes d'une étendue totale de 249.222 kilomètres (en chiffres ronds 250.000 kilomètres), ce qui n'aura rien d'exagéré puisque les Etats-Unis ont un développement de voies ferrées de 286.183 kilomètres pour une population de 100.000.000 d'habitants, alors que la Russie compte actuellement 130 millions d'habitants et ne cesse pas d'augmenter sa population.

Des 10.503,68 verstes de chemins de fer en construction sous le contrôle du ministère russe des voies de communications, *4.217,94 verstes sont construites par des Compagnies de chemins de fer privées* et 1.834,23 verstes sont construites par l'Administration des chemins de fer de l'Etat (y compris les lignes Samarkand-Andishan, 502,72 verstes et Khabast-Tachkent, 146,16 verstes)

L'Administration du chemin de fer Sibérien construit 4.451,51 verstes (y compris la ligne *Transbaïkalienne :* Missovskaya-Stretensk, 1031,150, avec embranchement au Nord vers la Selenga 2,53) ; *Perm-Kotlass :* (Perm-Viatka-Kotlass) 812,290 ; *Sibérie centrale :* Ob-Krasnojarsk-Kansk : 938,000, Kansk-Irkoutsk : 784,75 (embranchements vers les ports de l'Ob. 2,30, au Tchoulima et à Yénisséï, 2,70), embranchement Irkoustk-lac Baïkal : 64,09 et à Tomsk 90,20 ; *lignes de l'Oussouri :* Vladivostok-Iman 388,00 : Iman-Khabarovsk : 330,00 et embranchements vers les ports de l'Amour : 5,50 verstes.

Une Compagnie se forme actuellement parmi les capitalistes de Moscou afin de réunir par une voie ferrée Orenbourg à Tachkent. Dès à présent la Russie reçoit des régions intérieures du Turkestan plus de 6 millions de produits (coton du centre asiatique, etc.). Cette ligne permettra d'augmenter encore le trafic avec le Turkestan si riche en produits naturels et appelé à élargir la puissance économique de l'empire russe.

LE TRANSSIBÉRIEN

L'ordonnance impériale de feu Alexandre III relative à la construction de la grande voie sibérienne date du 17 mars 1891. Le 12 mai de cette même année a eu lieu l'inauguration de la section de l'Oussouri en présence du grand-duc héritier, actuellement Sa Majesté l'Empereur régnant. Les travaux furent accomplis en conformité avec la décision du Conseil des Ministres, sanctionnée le 8 mai 1892.

Comme de la rapidité et la sûreté des communications avec l'Orient dépendent également les relations commerciales et politiques de la Russie, on s'est occupé d'activer autant que possible la construction de cette grande voie, qui s'étend sur une longueur de 7.112 verstes (Tchéliabinsk-Ob : 1.328 verstes ; Ob-Irkoutsk : 1.754 ; Irkoutsk-Missovskaya : 2 912 verstes, Missovskaya-Striétensk : 1.009 ; Strietensk-Khabarovka : 2.000 ; Khabarovka-Grafskaya : 3,47 ; Grafskaya-Vladivostok : 382). Ainsi, grâce aux mesures prises, un service régulier fonctionne depuis le 15 octobre 1896 sur la ligne de la Sibérie-Occidentale, entre Tchéliabinsk et Ob, sur une étendue de 1.330 verstes. La plus grande distance entre les stations sur cette ligne à voie unique (avec un écartement normal de 5 pieds ou 1 mètre 524) est de 49,31 verstes.

Vitesse. — La vitesse moyenne est de 20 verstes pour les trains de voyageurs, 12 pour les trains de marchandises. Le service journalier

peut donc compter trois trains dans chaque sens dont un mixte et deux de marchandises. Après l'établissement des garages supplémentaires pour le croisement des trains et lorsque la plus grande distance ne dépassera pas 28,516 verstes (entre Lébiansk et le garage de Golovininsk), la route pourra être parcourue par sept trains en chaque sens.

Travaux d'art. — La plus grande pente ne comporte que $0^m,0074$ (soit 7,4 %), 57 p. % de la route est parfaitement horizontale et 43 p. % en pente.

La ligne longe sur tout son parcours la 55e parallèle nord. La moyenne des travaux de terrassement sur la voie principale est de 1.191 sagènes cubes par verste. Il y a des travaux d'art (ponts) en moyenne 1,29 sagène par verste. La ligne principale porte des rails d'une longueur de 28 pieds avec 12 traverses. Le poids des rails est de 18 livres par pied courant. L'éclissage est à cornières et se fait entre deux traverses. On a construit pour les employés de la voie des maisonnettes en bois de pin montées sur poteaux. En moyenne, il y a 3,17 sagènes carrées par verste, occupées par des bâtiments. Le nombre des bâtiments pour les voyageurs est de 10 occupant un emplacement de 508,42 sagènes carrées.

Aux 21 autres stations, il n'y a pas de constructions spéciales pour voyageurs, auxquels furent réservés des locaux dans les bâtiments des employés. Ces constructions pour voyageurs sont 2e et 3e classes, en briques ; 4e et 5e classes, en bois avec fondations en pierres.

Trafic. — Du 1er janvier au 1er mars de cette année 1897 on a transporté 30.751 voyageurs et 3.325.000 pouds de marchandises. La recette était de 418.864 roubles.

Pour ce qui concerne l'avenir et les prévisions relatives à cette grande voie, les lecteurs trouveront des détails dans l'article « Le grand chemin de fer transsibérien » publié dans les numéros 7, 8, 9, 10 du « Bulletin des transports internationaux par chemins de fer » publié par l'Office central de Berne 1895.

On suppose encore que seule la Sibérie Occidentale fournira comme transports pour l'Europe 90 millions de pouds de céréales, 800 millions ont été exportés en 1893/94. En y ajoutant le chargement venant des lignes de l'Asie centrale (Tachkent), les ports de la Mer Baltique et de la Mer Noire auront à exécuter un trafic énorme venant du réseau russe.

Progrès réalisés dans les voies ferrées de la Russie d'Europe.

En 1895, des 33.105 verstes de chemins de fer de la Russie d'Europe, 20.403 étaient administrées directement par le ministère des voies de communications ; 12,702 par des Compagnies privées, avec 2.694 stations et haltes ; à la fin de l'année 1896, l'Etat administrait 22.827 verstes de lignes ferrées (dont 6.059 à double voie). Les Compagnies privées 12,349 (1.514 à double voie). Enfin au 1er mai 1897 l'État possédait 23.161 verstes (6.133 à double voie) ; les Compagnies privées 12.115 (1.400 verstes à double voie).

Locomotives. — Les locomotives sur les routes de l'Etat étaient, au 1er janvier 1897, au nombre de 5.197, soit une moyenne de 0,25 par verste du réseau et 0,79 par million de wagons-essieux-verstes. Le prix moyen d'une locomotive avec tender est de 26.600 roubles papier. Les voies privées en avaient 2.926, soit en moyenne 0,26 par verste et 0,88 par million de wagons-essieux-verstes. Coût moyen d'une locomotive avec tender : 25.700 roubles papier, au total 8.123 locomotives au prix de 210.611.000 roubles, ou 565 roubles par tonne de locomotive avec tender.

Wagons. — Les voitures de voyageurs sur tout le réseau sont au nombre de 9.304, les wagons de marchandises sur les lignes de l'Etat 112.263, sur les lignes des Compagnies privées 68.098. Total : 180.371, soit une moyenne pour le nombre d'essieux par verste du réseau de 11,20, avec une capacité de chargement de 334,47e pouds par essieu ou 680,34e pouds par wagon alors que, en 1880, cette *capacité* n'était que de 598,16 pouds, soit augmentation d'environ 14 p. %.

Dépenses d'établissement. — La somme totale des dépenses pour la construction des voies ferrées (au 1er janvier 1896) se montait à 2 milliards 441 millions roubles métalliques, soit 74.000 roubles métalliques (ou 110.000 roubles papier) par verste. Sans compter les frais de réalisation et de la conversion, le coût moyen d'une verste de chemin de fer revient à 62.000 roubles métalliques ou 93.000 roubles papier.

Les Compagnies privées de chemin de fer avaient, à la fin de 1895, une dette envers l'Etat de 361.455.000 roubles. La somme annuelle de garanties du gouvernement et le paiement des obligations consolidées se montaient à 69.646.000 roubles métalliques (rouble métallique vaut 1 rouble 50 papier) et 21.333.000 papier.

RÉSULTATS FINANCIERS DE L'EXPLOITATION

En *1895*, *la recette totale* de tout le réseau, 31.531 verstes, était de.....	391.887.368 r 50 kop.
Dépenses.....	226 782.931 r 94 —
PRODUIT NET.....	165.104.436 r 56 kop.

Le coefficient de l'exploitation était donc de 57,87 p. %.

En 1896, sur les lignes de l'Etat, les recettes brutes étaient, pour la longueur des lignes de 21.360 verstes : 280.362.410 roubles papier.

Dépenses : 154.975.921 ; produit net : 125.386.489 avec un coefficient d'exploitation de 55,3 %. La recette brute par verste était de 13.125 roubles, 58 kop. ; dépenses d'exploitation : 7.255 roubles 42 kop. Nombre de voyageurs transportés : 37.154.000 ; bagages et marchandises en grande vitesse : 31.554.000 pouds ; marchandises en petite vitesse et chargements militaires : 3.092.563.000 pouds ; matériel du service : 556.944.000 pouds.

Le parcours des trains était au total de 128.294.000 verstes. Nombre de wagons de marchandises chargés, 3.480.709 ; transmission sur lignes correspondantes : 2.687.535 wagons ; wagons (reçus) venant de ces lignes : 2.970.129.

Le nombre des voyageurs transportés en 1895, tant sur les lignes de l'Etat que sur celles des Compagnies privées était de 58.620.000 ; chargements, marchandises : 5.588.537.000 pouds ; nombre de verstes parcourues par tous les trains : 172,633.678. En moyenne sur une verste du réseau 15,00 trains par jour (dans les deux sens). Composition des trains ; moyenne générale ; 57,18 essieux par train, dont 69 essieux par train-kilomètre de marchandises.

Parcours total des locomotives : 239 417 433 verstes. 71,29 % du parcours des locomotives sont chauffées à la houille et au pétrole, 28,31 % au bois. Dépenses de chauffage des locomotives : elles se montaient à 20.534.249 roubles papier. Utilisation de la capacité de chargement, wagons pour voyageurs 37 % ; wagons de marchandises 47 %.

Personnel. — En 1895, le personnel employé sur toutes les lignes du réseau : agents et manœuvres, était de 343.996 individus soit 10,9 par verste. Les frais de ce chapitre se montaient à 109 795.743 roubles papier, c'est-à-dire 28 % des recettes brutes et 48 % des

dépenses d'exploitation. De ce nombre d'agents, 7.581 avec appointements de 6.506.372 roubles, appartenaient aux *administrations centrales*.

Dans les bureaux locaux : 15.337 employés : appointements 8.083 673 roubles papier.

Lorsque plus tard le réseau de l'Empire, comme nous l'avons exposé plus haut aura atteint le chiffre de 250.000 kilomètres, le nombre d'agents, à raison de 10,9 par kilomètre, formera une véritable armée de 2.725.000 hommes qu'il faudra préparer, instruire et discipliner selon les besoins du service.

Dès à présent, c'est-à-dire en 1895, la demande de main-d'œuvre en Russie était considérable.

Le nombre d'employés dans les usines de l'Etat et usines privées sous le contrôle du département des mines du Ministère de l'Agriculture était de 460.000 en 1895.

Le charbon extrait dépassait le chiffre de 550 millions de pouds ; naphte : plus de 420 millions sans compter la fonte et l'or, dont l'extraction est en constant progrès.

La question de préparation d'agents et ouvriers spéciaux est donc assez sérieuse.

Les prix de revient de l'exploitation des réseaux.

Le tableau suivant renferme les états comparatifs des résultats de l'exploitation, dépenses des transports en Russie et dans les pays étrangers d'après les données du ministère des voies de communication de Russie, pour l'année 1895.

Accidents. — Les accidents arrivés en 1895 ont fait des victimes : voyageurs, 221 ; agents, 1.246 ; autres personnes, 1.023. Total : 2.490. On compte donc 31,1 voyageurs, victimes d'accidents, sur 1 milliard de voyageurs-verstes et 3,8 personnes par 1 million de trains-verstes. Les accidents arrivés aux agents sont de 72 par million de trains-verstes. Le plus grand nombre de victimes se trouve parmi les agents chargés d'organiser les trains et de faire l'attelage 15 °/₀ ; conducteurs 15 °/₀ ; mécaniciens et chauffeurs, 12 °/₀ ; gardes-barrières, 10 °/₀.

Le plus grand nombre d'accidents : *rencontres de trains, déraillements entiers et partiels est arrivé aux stations*. Les chiffres relevés sont : déraillements sur la voie, 369 ; aux stations, 733. Rencon-

tres de trains et véhicules sur la voie, 38 ; aux stations, 453. Le nombre total d'accidents survenus en 1895 était de 3 448, soit 0,35 par 1 million de wagons-essieux-verstes.

Grâce aux mesures spéciales prises par le ministère des voies de communication, le nombre d'accidents, tant aux stations que sur la voie, tend à diminuer progressivement.

	RUSSIE 1895	AUTRICHE-HONGRIE 1895	ALLEMAGNE 1895	FRANCE 1894	Gde-BRETAGNE et IRLANDE 1895	ETATS-UNIS D'AMÉRIQUE 1895
			(*)			
1°. — *a)* Taux du rapport des recettes nettes avec le capital engagé...	4.5 %	4.4 %	5.6 %	3 5 %	3.8 %	3.1 %
b) Coefficient de l'exploitation....	58 %	55 %	56 %	56 %	56 %	67 %
2°. — Recette brute du transport des charges utiles (voyageur = 50 pouds de marchandises par verste) par verste de parcours et en kopecks-papier.....	1/43	1/38	1/33	1/29	1,51	1/42
a) Par 1 verste de parcours voyageur, en kopecks-papier.....	0.91	1.20	1.50	1 60	1.09	3.41
b) par 1 poud-verste de marchandises en kopeck-papier.....	1/40	1/37	1/32	1/28	1/56	1/54
3° — Dépenses d'exploitation par poud-verste de charge utile (voyageurs et marchandises) en kopecks-papier.....	1/74	1/70	1/58	1/52	1/92	1/63
4°. — % du capital d'établissement pour 1 poud-verste de charge utile (voyageurs et marchandises) en kopecks-papier.....	1/113	1/91	1/104	1/66	1/116	1/63
5°. — Prix de revient général de transport de charge utile, par poud-verste, en kopecks-papier (voyag. et marchand.).....	1/45	1/39	1/37	1/29	1/51	1/42
6° — Profit (+) ou perte (—) par poud-verste de charge utile, en kopecks (voyageurs et marchandises).....	+ 1/968	1/1482	+ 1/305	+ 0	+ 0	+ 0

Observations. — Ces chiffres montrent qu'en Russie le capital engagé dans les chemins de fer est très productif et susceptible d'être encore plus rémunérateur lorsque les divers services seront améliorés et particulièrement lorsque la force électrique sera mise en service, tant pour la traction que pour les besoins de l'administration et des travaux de statistiques.

(*) Remarque — En Prusse, en 1896, plus de 6,75 %. L'étendue du réseau de l'État est de 27.210 kilom.

M. A. BETOCCHI

Ancien inspecteur général du Génie Civil et Royaume d'Italie, à Rome.

LES TRAVAUX DE RÉGULARISATION DU TIBRE A ROME

[628 (45)]

— *Séance du 6 août 1897* —

La ville de Rome, comme tout le monde le sait, est traversée par le Tibre sur une longueur de quatre kilomètres et demi à peu près.

La hauteur des eaux du Tibre est variable entre des limites assez étendues.

De la statistique hydrométrique du Tibre, dont je m'occupe depuis presque quarante années, résulte que dans les cinquante années à compter du 1er janvier 1822 (époque à laquelle ont été commencées les observations quotidiennes) jusqu'au 31 décembre 1871, les plus basses eaux sont descendues à l'hydromètre de *Ripetta* à la cote 5,34.

Dans la même période les plus hautes eaux (la crue de 1870) se sont élevées à la cote 17,22.

Mais dans la partie plaine de la ville de Rome il y a des endroits qui rapportés à l'échelle hydrométrique de *Ripetta* ont les cotes suivantes :

La rue *della Fiumara*	12,13
La rue *dell'Orso*	12,88
Le *Panthéon*	12,98
La rue *di Ripetta*	13,12
La rue *della Longara*	13,32
La rue *di Tordinona*	13,39
Les rues *Leccosa* et *di Montebrianzo*	13,50

Dont il suivit que toutes fois que le niveau du Tibre surpasse la cote 12,13 à l'hydromètre de *Ripetta*, la ville de Rome commence à être inondée quelque part ; inondation qui croît au fur et à mesure que le niveau du Tibre s'élève au-dessus de la cote susdite, et bien plus quand il s'élève au-delà de la cote 13,00, et plus encore quand il poursuit à s'élever au-delà de cette cote.

Et cette inondation est due à deux circonstances différentes : par

déversement dans les endroits limitrophes au Tibre, et dans les endroits qui se trouvent éloignés du Tibre par refoulement des eaux du Tibre dans les égouts débouchant dans le fleuve.

De ma statistique résulte aussi que dans la période 1822-1871, le niveau du Tibre s'est élevé bien

77 fois entre les cotes	.....	12,00 et 13,00
59 —	.....	13,00 et 14,00
18 —	.....	14,00 et 15,00
1 —	.....	15,00 et 16,00
2 —	.....	16,00 et 17,00

et une fois à la cote 17,22, c'est-à-dire dans la mémorable crue de 1870.

Mais cette hauteur n'est pas la plus élevée qu'on connaît.

On sait qu'il y a eu des crues plus élevées, parmi lesquelles celle de 1637 qui aurait rejoint la cote 17,55; celle de 1806 élevée à la cote 18,26, et la plus grande de toutes, celle de 1598, qui aurait atteint la cote 19,56.

Et après les autres inférieures :

De 1702 élevée à la cote	.....	15,41
De 1750 —	.....	15,58
De 1688 —	.....	16,00
De 1846 —	.....	16,25
De 1805 —	.....	16,42
et celle de 1660 élevée à la cote	.....	17,11

Admettons que, avant 1870, les conditions étaient alors plus défavorables qu'elles ne le sont aujourd'hui à la suite des rectifications qui ont eu lieu depuis, de sorte qu'on peut affirmer qu'une hauteur des eaux pareille à celle de 1806 et surtout à celle de 1598 ne pourrait plus jamais être atteinte par le Tibre, même dans les circonstances météorologiques analogues.

Mais reste toujours qu'en considérant même seulement un endroit de Rome de la plus grande importance, le « *Panthéon* », de la susdite statistique hydrométrique du Tibre résulte que dans la période 1822-1871 il a été submergé 81 fois, dont 18 fois avec une hauteur d'eau de $1^m,05$ à $2^m,00$ et 4 fois avec une hauteur d'eau de $2^m,12$ à $4^m,24$.

Or il est facile de reconnaître que la possibilité qu'une ville comme Rome, si riche en monuments, capitale d'un grand royaume, où se concentre nécessairement la vie du pays, ne peut pas être continuellement soumise à des inondations menaçant les trésors artistiques, la vie de ses habitants, et dérangeant, endommageant, entravant le fonctionnement régulier de l'industrie et du commerce.

Et c'est pour cela qu'un des premiers actes du Gouvernement Italien a été la nomination d'une commission des hydrauliciens italiens les plus distingués, chargée de proposer les travaux nécessaires pour mettre pour toujours la ville de Rome à l'abri des inondations.

J'ai eu l'honneur d'être un des membres de cette commission et de la sous-commission déléguée à faire les études et les relevés nécessaires.

Il serait trop long de vous exposer toutes les études et toutes les discussions de la commission. Elles sont relatées dans un volume et dans un grand album, comprenant le compte rendu des actes de la commission, compte rendu que j'ai eu l'honneur de rédiger.

Je dirai seulement qu'après bien des études, la commission proposa, et le Gouvernement adopta que la régularisation du Tibre pour préserver la ville de Rome des inondations, serait faite au moyen des travaux suivants :

1° Élargissement du lit du fleuve en le portant à la constante largeur de 100 mètres ;

2° Construction sur tout le parcours du Tibre à travers la ville de quais en maçonnerie s'élevant au-dessus de la crue de 1870, complétés hors ville par des digues en terre qui relieraient les quais aux collines voisines, et protégeraient aussi la ville sur les deux rives contre les plus fortes crues du Tibre ;

3° Enlèvement de tous les vestiges de murs qui se trouvaient dans le lit jusqu'à une profondeur de 5 mètres au-dessous des plus basses eaux ;

4° Élargissement des ponts existants qui empêchaient le libre écoulement des eaux ;

5° Réunion de tous les égouts de la ville qui débouchaient directement dans le tronc urbain du Tibre dans deux égouts collecteurs qui conduiraient les eaux aussi loin en aval de la ville de Rome, qu'un refoulement des eaux par les crues ne puisse plus être nuisible à la ville.

Tous ces travaux, après bien des expériences, ont été évalués définitivement à 105 millions de francs, que le Parlement Italien a accordés.

A l'heure qu'il est, l'état des travaux est le suivant :

L'élargissement du lit du fleuve à la constante largeur de 100 mètres là où il était nécessaire est achevé.

La construction de quais en maçonnerie revêtus en pierres de taille couronnées avec parapets en pierres de taille et granit, de la longueur totale de 8.313 mètres est achevée sur une étendue de 7.440 mètres. Reste encore à l'exécuter sur une longueur de 873 mètres. Et la cause du retard est que cette construction entraîne la démolition du grand hôpital, dit du *Saint-Esprit*, et par conséquence la préalable construction d'un hôpital nouveau ; ce qu'on va faire, agrandissant le polyclinicum qu'on est en train d'achever.

Le complètement des quais en maçonnerie par des digues en terre nécessaires sur une longueur totale de 10.802 mètres, est achevé sur 6.212 mètres, et en cours d'exécution sur les restants 4.590 mètres.

L'excavation du lit et l'enlèvement de tous les vestiges de murs, qu'on doit faire sur une longueur totale de 7.592 mètres, est faite sur une étendue de 2.887 mètres : reste à faire pour mètres 4.705

L'élargissement des ponts existants a été complètement achevé.

La réunion de tous les égouts de la ville et la construction des deux grands égouts collecteurs de la longueur totale de 35.076 mètres, est achevée sur une étendue de 12.805 mètres, et les restants 22.271 mètres sont en cours de construction.

La dépense faite jusqu'à l'heure qu'il est, s'élève à 73 millions de francs environ; et l'expérience faite jusqu'ici nous assure que la somme allouée sera complètement suffisante pour l'accomplissement de tous les travaux.

Il faut noter que, au-delà de la somme susdite, il y a encore la dépense de la construction de trois nouveaux ponts que l'Administration de la ville de Rome a exécutés à la charge de la viabilité urbaine, et aussi l'accomplissement des rues longeant les quais.

Maintenant on pourrait faire une demande.

Les travaux qu'on a faits et ceux qu'on est en train d'achever atteindront-ils le but prévu par la Commission qui les a proposés, et par le Gouvernement qui les a approuvés, et pour lesquels la nation a alloué la somme de 105 millions de francs ?

Eh bien, Messieurs, je suis heureux de vous dire que dès ce moment-ci on peut assurer que le but est atteint !

Nous avons à Orte (à 120 kilomètres en amont de Rome) un hydromètre auquel on fait les observations quotidiennes, comme à l'hydromètre de *Ripetta* à Rome.

La crue du Tibre, passant à Orte, arrive à Rome environ 18 heures plus tard, et nous connaissons exactement, selon la hauteur de la crue à Orte, 18 heures avant, la hauteur à laquelle s'élèvera le niveau du Tibre à l'hydromètre de *Ripetta* 18 heures après.

J'ai déjà dit que la hauteur des quais et des digues en terre construits le long du Tibre est telle que la crue de 1870 y passerait entièrement encaissée.

Je dois ajouter que les dernières crues de 1896 nous ont démontré que, après les travaux exécutés, la hauteur de la crue à l'hydromètre de *Ripetta* n'a plus été celle qui auparavant aurait répondu à la hauteur observée à Orte, mais elle a été de $1^m,60$ moins élevée.

Non seulement donc les quais et les digues qu'on a faits sont capables de contenir la crue de 1870 sans crainte d'inondation, mais tenant compte de la plus grande hauteur qu'on leur a donnée vis-à-vis de la crue de 1870, et de l'abaissement du niveau des crues constatées obtenu par les travaux exécutés, nous sommes sûrs que même une crue pareille à celle de 1598 ne pourrait plus inonder la ville de Rome quand, les collecteurs étant achevés, toute communication sera interceptée entre l'eau du Tibre et les endroits bas de la ville.

M. J. CURIE

Lieutenant-Colonel du génie en retraite, à Versailles.

APPLICATION A LA NAVIGATION DU SYSTÈME DE CONSTRUCTION DES CARTES DE M. BABINET [526.85]

— Séance du 9 août 1897 —

PROJECTION DE MERCATOR

Pour tracer la route suivie par un navire, les marins ont recours au mode de construction des cartes, dû à Mercator, dans lequel les méridiens sont représentés par des droites parallèles entre elles, et les parallèles par des droites perpendiculaires aux méridiens.

Pour que l'on puisse représenter par une ligne droite la route que suit le navire quand sa direction fait un angle constant avec le méridien, il faut que les degrés de latitude soient augmentés dans la

même proportion que les degrés de longitude. Or, sur la carte, ces derniers sont égaux à toutes les latitudes, puisque les méridiens sont parallèles, tandis que dans la réalité, le rayon d'un parallèle étant la projection du rayon terrestre sous un angle égal à la latitude, est égal au produit de ce dernier rayon par le cosinus de la latitude, et les degrés de longitude décroissent dès lors dans le même rapport pour ces latitudes croissantes.

Les degrés de parallèles sont donc égaux, dans la projection de Mercator, aux quotients des degrés réels divisés par le cosinus de la latitude; et par conséquent les degrés de latitude doivent être augmentés dans les mêmes rapports. Alors la route que suit le navire quand la direction fait toujours le même angle avec le méridien, route qui est désignée par le nom de *loxodromie,* est figurée sur la carte par une ligne droite.

Quand on s'éloigne de l'équateur, les degrés de latitude vont sans cesse en augmentant jusqu'à l'infini, ce qui est un inconvénient quand on atteint de grandes latitudes.

Il est à remarquer aussi, que si l'on veut naviguer par arc de grand cercle, route qui a l'avantage d'être la plus courte à la surface de la sphère terrestre, il faut s'écarter beaucoup de la loxodromie, et alors le système de projection de Mercator n'offre plus grand avantage. Or, avec la navigation à vapeur et la nécessité d'abréger toujours plus les traversées, le meilleur système de cartes sera celui où la route par un arc de grand cercle sera le plus facile à tracer.

PROJECTION STÉRÉOGRAPHIQUE

Il nous a semblé d'abord que la projection stéréographique, usitée pour les mappemondes, pourrait remplir certaines conditions favorables, étant donné que tout arc de cercle est projeté suivant un arc de cercle, et que tout angle se trouve projeté en vraie grandeur. Mais ce mode de projection se prête mal au dessin de fragments de cartes à grande échelle, et n'est commode que quand on opère sur un hémisphère tout entier, ce qui s'oppose à l'emploi de grandes échelles, et encore a-t-on à construire des cercles dont le centre peut se trouver très éloigné.

PROJECTION SYSTÈME BABINET

Nous avons donc été conduit à examiner si le procédé de tracé des cartes dû à M. Babinet ne donnerait pas des résultats satisfaisants.

Dans ce système, on trace un premier méridien en ligne droite, sur lequel on porte des degrés de latitude égaux. Les parallèles, comme dans la projection de Mercator, sont des droites perpendiculaires à ce premier méridien, mais avec cette différence qu'elles sont également espacées entre elles.

Sur chacun de ces parallèles, on porte des degrés auxquels on donne la longueur qu'ils ont en réalité sur le globe, mais réduite à l'échelle de la carte. Les méridiens sont alors figurés par des ellipses dont l'un des axes est égal au développement d'un demi-méridien et dont les ordonnées perpendiculaires à cet axe sont les produits des ordonnées du cercle décrit sur cet axe par un rapport invariable pour un même méridien.

Conservation des surfaces.

Dans ce système, la surface terrestre étant décomposée en quadrilatères aussi petits que l'on veut, compris entre deux parallèles très voisins et deux méridiens également très rapprochés l'un de l'autre, sur la carte un de ces quadrilatères est figuré par l'espace compris entre deux droites parallèles et deux arcs d'ellipse, qui peuvent être considérés comme rectilignes. Tous ces quadrilatères ont même hauteur. Ceux qui sont coupés en deux parties égales par le méridien rectiligne ont même forme et même surface que sur la sphère, sauf réduction à l'échelle. Tous les autres trapèzes compris entre les deux mêmes parallèles, sont égaux en surface à celui qui est coupé par le méridien rectiligne, comme ayant les mêmes bases et la même hauteur; mais tandis que ce dernier est isocèle, les autres sont d'autant plus déformés qu'ils s'écartent davantage du méridien rectiligne et la déformation augmente à mesure que les parallèles se rapprochent davantage du pôle. Il en est de même pour des latitudes différentes. Un territoire, une île, une mer seront donc représentés sur la carte par une figure de surface proportionnelle à leur étendue réelle, mais qui ne présentera une parfaite similitude que dans le voisinage du méridien rectiligne. On voit, d'après cela, que dans les questions de délimitation où il serait utile de se rendre compte des superficies de certains territoires qui pourraient faire l'objet d'un échange, c'est ce système de cartes qui doit être préféré.

Exemples de l'emploi de ce mode de construction.

J'ai une carte d'Afrique à l'échelle de $\frac{1}{18.850.000^{e}}$ publiée en 1894, par M. Henry Barrère, sur laquelle on a figuré les zones d'influence

établies par les traités. Elle est construite dans ce système, et il est à remarquer que les déformations ne présentent rien d'exagéré et sont bien moins sensibles que sur les mappemondes ordinaires. Dans le petit atlas de poche allemand, de Justus Perthes, on peut remarquer une mappemonde complète en une seule figure établie dans ce système.

Chaque parallèle porte une division en 360° de longitude et les déformations n'y sont pas plus exagérées que sur les mappemondes composées de deux projections stéréographiques séparées. L'ensemble a la forme d'une ellipse dont le grand axe, représentant l'équateur, est double du petit axe qui figure un demi-méridien de 180°. L'atlas de M. Schrader contient aussi diverses cartes faites dans le système de M. Babinet.

Tracé de la carte.

Cela posé, proposons-nous de construire une carte permettant de tracer la traversée de Saint-Nazaire à la Guadeloupe.

Les coordonnées géographiques sont :

	L nord	G ouest
Saint-Nazaire, clocher	47° 16′ 22″	4° 32′ 11″
Guadeloupe, grande Terre (Pte, Gde Vigie)	16° 31′ 3″	63° 48′ 23″
Sommes	63° 47′ 25″	68° 20′ 34″
Différences	30° 45′ 19″	— 59° 16′ 12″

Nous prendrons pour méridien rectiligne celui qui a pour longitude 35°, de manière qu'il se trouvera placé au milieu du fragment de carte qui nous sera nécessaire, ce qui évite des déformations trop prononcées. Sur ce méridien, nous porterons de 10 en 10 degrés, neuf longueurs égales dont le total sera $\frac{\pi}{2} \times 0^{m},05 = 0^{m},07854$. Nous aurons ainsi un arc de 90° à l'échelle de $0^{m},05$ pour un rayon terrestre. Il va sans dire que dans la pratique on adoptera l'échelle qui sera jugée la meilleure au point de vue de la navigation (1). Nous tracerons les parallèles de 10 en 10 degrés, perpendiculairement au méridien rectiligne, puis, sur l'arc de 90° comme rayon, nous décrirons un quart de circonférence dont le centre sera sur l'équateur et

(1) L'échelle que nous adoptons nous suffira pour les explications théoriques. — Si l'on adoptait une échelle métrique pour les arcs de méridien, en même temps qu'une division en degrés, les mesures prises sur la carte avec un double décimètre, donneraient des longueurs métriques.

dont les parallèles pourront être considérées comme des ordonnées correspondant chacune au développement d'un arc de 90° pris sur ces parallèles (1).

Ayant pris pour méridien rectiligne celui de 35°, nous marquerons

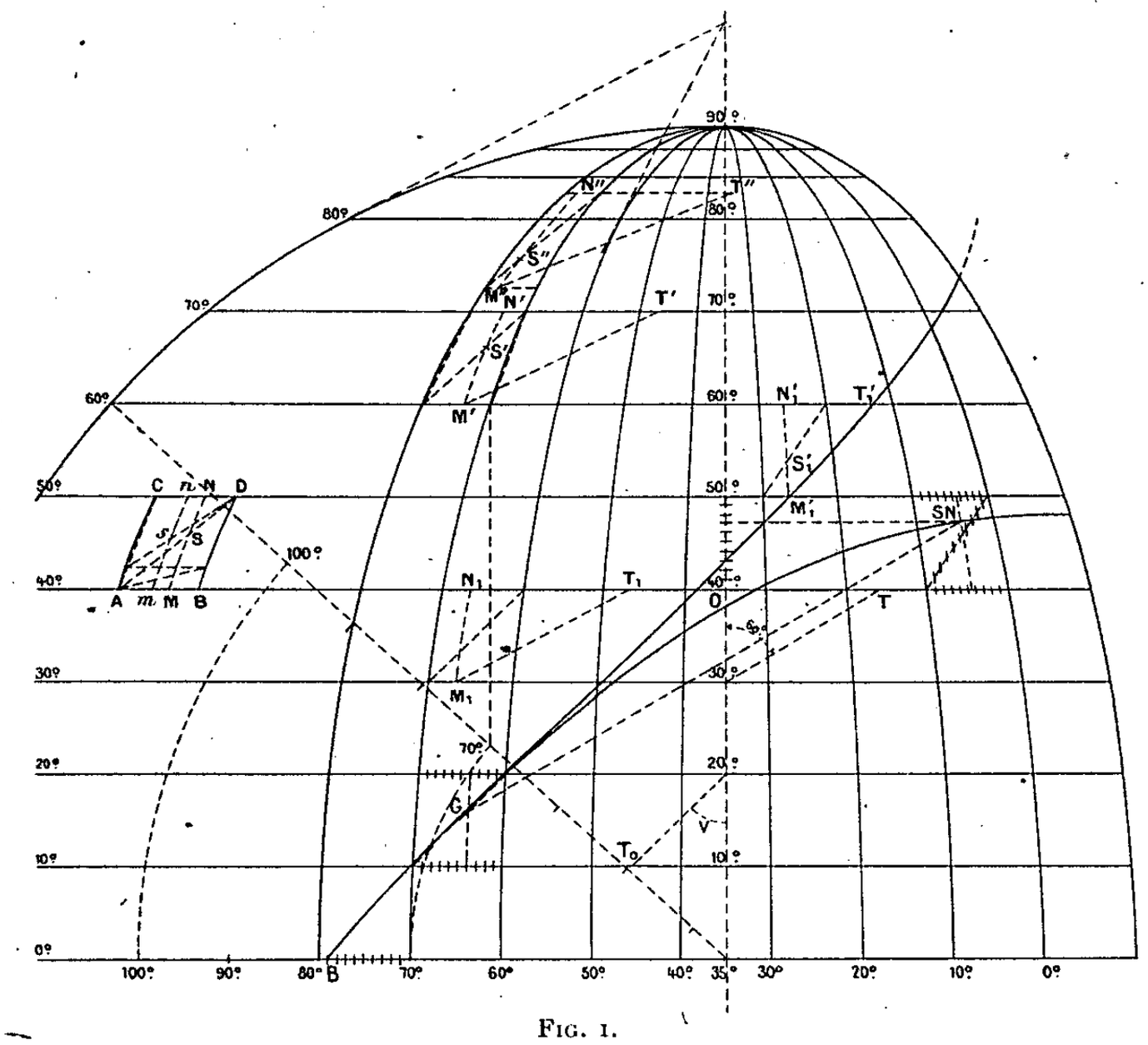


FIG. 1.

sur chaque parallèle les points cotés 30°, 20°, 10°, 0°, etc., du côté de l'Est, et les points 40°, 50°, 60°, 70°, 80° etc., à l'Ouest. En reliant par un tracé continu les points de même cote pris sur les différents parallèles, nous aurons les ellipses figurant les différents méridiens.

Tangente au méridien.

Nous ferons remarquer en passant que la tangente en un point d'une de ces courbes coupe le méridien rectiligne au même point que la tangente au cercle dont le point de contact est sur la même ordonnée, ce qui permet de construire très facilement ces tangentes.

(1) Pour opérer avec une grande exactitude, on peut avoir recours à une table des cosinus naturels des angles ; alors pour 90° de longitude, le parallèle de 60° est les 0,5000 de la longueur 1.0000 représentant 90° à la latitude 0°. Celui de 40° les 0.7660, etc.

Point de même longitude sur un parallèle différent.

Quand un point M est donné sur un parallèle AB, on trouve aisément le point N de même longitude sur le parallèle CD, en menant MS parallèle à BD jusqu'à la diagonale AD, puis SN parallèle à AC, jusqu'au parallèle CD. Si l'on veut intercaler des parallèles et des méridiens de degré en degré, ou de 15′ en 15′ etc., on partagera AD, ou AB, ou CD en 10, 40 etc., parties égales et la construction qui vient d'être indiquée fera le reste. De même, si un point est placé sur la carte, on mènera par ce point le parallèle correspondant et par la même construction on trouvera sur les deux parallèles voisins les points de même longitude.

On pourra donc placer aussi exactement que le comporte l'échelle graphique adoptée, un point dont les coordonnées géographiques sont données. C'est ainsi que Saint-Nazaire et la Vigie de la Guadeloupe ont été rapportés sur la carte.

Ligne faisant avec le méridien un angle donné.
Vraie longueur entre deux points.

Il est essentiel de savoir comment par un point M_1 on pourra tracer une ligne $M_1 T_1$ faisant un angle V avec le méridien. Prenons sur le parallèle 30° et sur le méridien 35°, un point P et menons PT faisant avec le méridien PQ l'angle V donné ; on aura $QT = PQ \text{ tang. } V$.

Pour un point M_1 à la même latitude que P_1, mais à une longitude différente, on cherchera le point N_1, de même latitude que Q et de même longitude que M_1 et l'on prendra $N_1 T_1 = QT$ l'angle $QPT = V$, sera déformé de manière à être représenté par $N_1 M_1 T_1$. Si le point M″ est à une autre latitude, on tracera le parallèle N″T″ tel que la différence de latitude avec M″ soit la même que celle de Q avec P (10°) ; on placera le point N″ de même longitude que M″ et l'on prendra $N''T'' = QT$. L'angle N″M″T″ représentera l'angle V. La vraie longueur de M″T″ sera PT.

Tracé de l'arc de grand cercle passant par deux points donnés. Calcul.

Considérons maintenant le problème de la navigation par arc de grand cercle entre Saint-Nazaire et la Guadeloupe.

Quand on traite la question par le calcul, on considère les deux triangles sphériques ABC, A′B′C′ rectangles en A et A′ et dont le

sommet B est l'intersection avec l'équateur du grand cercle CC′ à parcourir. On connaît les longitudes G et G′ des deux points donnés C et C′ ; on connait aussi les côtés $b = \mathrm{L}$ et $b' = \mathrm{L}'$ qui sont les latitudes des points C et C′. Mais les côtés c et c' ne sont pas connus. On a seulement leur différence $c - c' = \mathrm{G}' - \mathrm{G}$. Dans les deux triangles sphériques rectangles ABC et A′B′C′ on a les formules

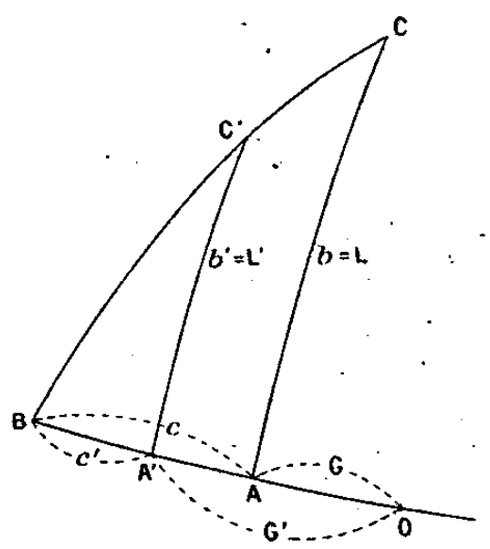


Fig. 2.

$$\text{tang } b = \sin c \text{ tang B} \qquad (1)$$

$$\text{tang } b' = \sin c' \text{ tang B}$$

D'où on tire $$\frac{\text{tang } b}{\text{tang } b'} = \frac{\sin c}{\sin c'}$$

D'où $$\frac{\text{tang } b + \text{tang } b'}{\text{tang } b - \text{tang } b'} = \frac{\sin c + \sin c'}{\sin c - \sin c'}$$

puis $$\frac{\sin (b + b')}{\sin (b - b')} = \frac{\text{tang } \frac{c + c'}{2}}{\text{tang } \frac{c - c'}{2}} = \frac{\text{tang } \frac{c + c'}{2}}{\text{tang } \frac{\mathrm{G}' - \mathrm{G}}{2}} \qquad (2)$$

On calculera donc $\frac{c + c'}{2}$ par la formule

$$\text{tang } \frac{c + c'}{2} = \frac{\sin (b + b')}{\sin (b - b')} \times \text{tang } \frac{\mathrm{G}' - \mathrm{G}}{2}$$

On trouve ainsi

$$\frac{1}{2}(c + c') = 44^\circ 56' 42'',99$$

et par suite

$$c = 74^\circ 34' 48'',99$$

$$c' = 15^\circ 18' 36'',99$$

Puis, par la formule (1) dans laquelle b et c sont connus, on calcule $\mathrm{B} = 48^\circ 19' 4'',62$. Pour placer le point B sur l'équateur, on aura sa longitude

$$c + \mathrm{G} = 79^\circ 6' 59'',99$$

ou $79^\circ 7' = 7$.

Quand on a besoin d'une très grande exactitude c'est toujours au calcul qu'il faut avoir recours. Mais on peut aussi opérer graphiquement, soit comme moyen de contrôle permettant d'éviter les grosses erreurs, soit pour avoir rapidement certains résultats suffisamment approchés.

Construction graphique.

A cet effet, décrivons avec un rayon de $0^m,05$ un quart de circonférence que nous ne graduons que de 10 en 10 degrés, mais qu'on pourra graduer complètement.

Sur ce quart de cercle on pourra prendre les sinus des arcs $b + b'$ et $b - b'$ et la tangente de $\frac{G' - G}{2}$. Il suffira alors de construire une 4e proportionnelle pour obtenir la tangente de $\frac{c + c'}{2}$ et par suite c et c'. Ensuite, par la formule (1) on obtiendra l'angle B, en portant sin c sur le rayon du quart de cercle à partir du centre et en élevant à l'extrémité une perpendiculaire égale à tang b. En joignant l'extrémité de cette tangente au centre, on formera avec le 1er rayon l'angle B dont l'arc gradué donnera la mesure. L'angle B étant connu soit par le calcul, soit par la construction graphique, il sera facile de construire par points l'arc de grand cercle allant de Saint Nazaire à la Guadeloupe. Prenant par exemple pour abscisse OS le sinus de l'arc $c = \gamma - G$, pour $G = 60^o$, on aura $79^o7' - 60' = 19^o7' = c$; on trouvera tang b qui est l'ordonnée St élevée en S et prolongée jusqu'à la droite OZ qui fait l'angle B avec l'axe OX.

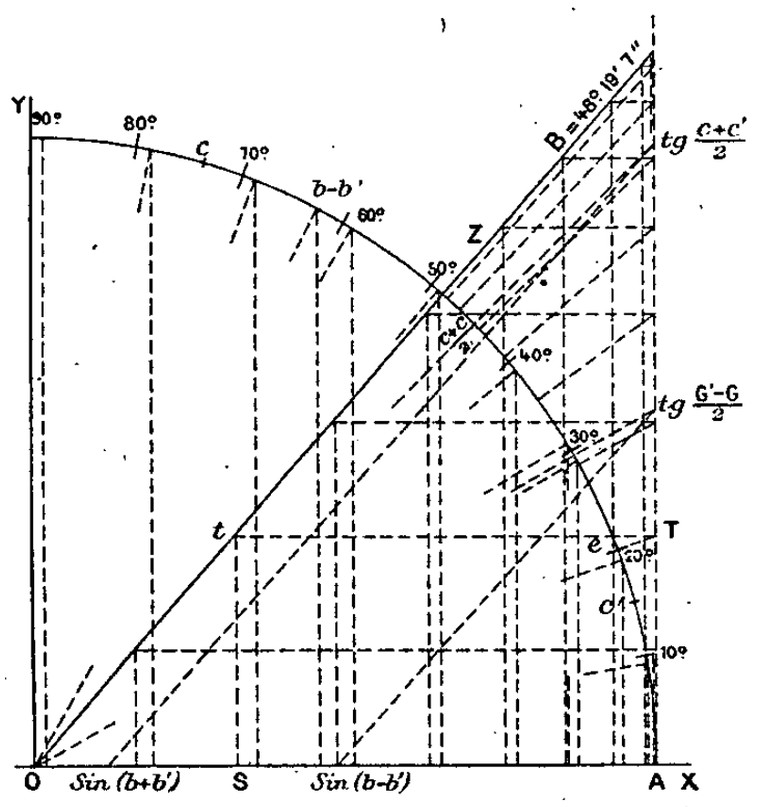


FIG. 3.

Cette tangente étant reportée en AT, on joindra le point T au point O et l'arc correspondant Ae sera la latitude b du point de la courbe à la longitude de 60^o (1).

LOXODROMIE

Si l'on partait de la Vigie G de la Guadeloupe tangentiellement à l'arc de grand cercle en faisant toujours le même angle (V = 45°) avec le méridien, on obtiendrait la loxodromie GL qui s'éloigne de l'arc de grand cercle en présentant une courbure de sens opposé.

Si pour aller de G à SN on trace sur la carte une ligne droite et si on prend pour angle de route avec le méridien l'angle que fait cette droite (V = 60°) le tracé de la route s'éloigne peu de la ligne droite.

Ce qui a été dit suffit pour permettre d'exécuter facilement par points le tracé de la loxodromie.

Conclusions et application.

Les constructions graphiques que nous avons exposées nous paraissent facilement applicables en mer, surtout si l'on a soin de faire préparer, pour les latitudes sous lesquelles on navigue le plus souvent, des réseaux construits et gravés avec soin, aux échelles qui seront jugées les plus avantageuses, donnant pour les latitudes dont on aura besoin, les ellipses de longitudes de part et d'autre d'un méridien rectiligne auquel on assignera la cote en degrés que l'on voudra ; ce seraient des fragments de la figure 1, à plus grande échelle et à divisions très rapprochées. On aurait aussi des feuillets gravés donnant un quart de cercle exactement gradué, avec nombreuses divisions, pour faciliter les constructions de sinus, de tangentes et des arcs correspondants, indiquées sur la figure 2, de manière à simplifier beaucoup les opérations graphiques et à éliminer le plus possible les chances d'erreur.

Les explications que nous avons données permettront de tracer sans peine la position d'un point, une direction à partir de ce point et de mesurer la distance parcourue, en un mot, de rapporter sur la carte la route suivie ou à suivre.

---

(1) La formule tang b = sin c tang B ou tang b = K sin c peut être considérée comme l'équation de l'arc de grand cercle dans le système de coordonnées de la carte. Pour rapporter cette équation aux coordonnées rectilignes ordinaires, il suffirait de faire $b = y$ et x = cos L = c cos b = c cos y, d'où $c = \frac{x}{\cos y}$ et par suite tang y = K sin $\left(\frac{x}{\cos y}\right)$

M. le Dr C.-M. FLEURY

Directeur du Bureau d'Hygiène de Saint-Etienne

SUR UNE CAUSE D'ACCIDENT PAR ENGAGEMENT DU PIED DANS LES VOIES FERRÉES

[656.28

— *Séance du 12 août 1897* —

L'exploitation des voies ferrées, comme toutes les industries importantes, donne lieu de temps à autre à des accidents, soit dans le personnel des employés, soit chez les voyageurs. Nous sommes cependant en progrès sur les systèmes de transport d'autrefois ; on démontre en effet, chiffres en mains, que la proportion des blessures, par rapport au nombre des personnes transportées, reste inférieure à celle des anciens modes de locomotion.

Néanmoins, tout le monde, à commencer par les Compagnies, s'ingénie pour substituer aux procédés et aux appareils défectueux les perfectionnements suggérés par la théorie et par la pratique.

On s'est occupé, il y a déjà quelques années, des accidents occasionnés par l'engagement du pied dans les croisements et les changements de voie ; il y aurait lieu d'y joindre ceux qui surviennent aux passages à niveau, ou d'une façon plus générale ceux qui surviennent dans les sections de voie munies de contre-rails.

Appelé à soigner plusieurs employés blessés dans ces conditions, la pensée nous est venue de reprendre la question et spécialement d'étudier le mécanisme des accidents.

Tout d'abord, il convient de bien préciser les parties de la voie où ils se produisent. Placé au milieu du réseau P.-L.-M., c'est le type de rail adopté par cette Compagnie que nous avons en vue ; il comporte essentiellement une base appelée *patin*, un sommet ou bord supérieur dénommé *champignon* et une portion évidée en âme servant à les réunir (voir *fig.* 1). Chaque rail est relié au suivant par une *éclisse*, ou plaque rectangulaire

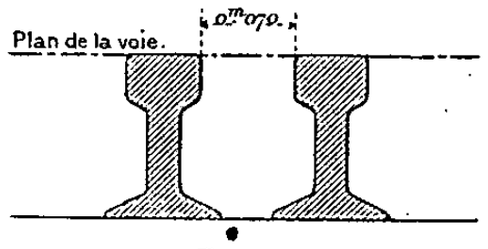


FIG. 1.

métallique logée dans l'âme et maintenue par des boulons. Sur la voie ordinaire le champignon fait saillie au-dessus du ballast ; aux passages à niveau, il affleure le pavé, de même que celui du contre-rail.

Le passage d'une voie sur une autre s'effectue au moyen de rails à croisement et d'un système d'aiguilles ou rails mobiles, simples ou multiples, permettant d'ouvrir à volonté telle ou telle direction. Les aiguilles sont effilées à l'une de leurs extrémités de manière à pouvoir s'effacer sous le champignon ordinaire. Chaque partie du système de croisement a reçu différents noms : rails coudés, cœur et talon de l'aiguille, etc.

Les rails et contre-rails des passages à niveau sont parallèles, sauf aux extrémités du passage où le rail intérieur est recourbé en dedans ; l'écartement entre les champignons comporte au minimum six (0,06) centimètres.

Dans les coudes des croisements cet écart varie de 0,05 centimètres à plusieurs décimètres ; dans l'angle formé par le talon des aiguilles, il augmente à mesure qu'on s'éloigne du sommet.

Le fait capital à retenir, au point de vue des accidents qui nous occupent, est le rapprochement de deux rails munis de champignons. Qu'ils soient parallèles ou convergents, le maximum d'évidement se trouve entre les deux âmes, alors qu'il existe un étranglement entre les deux champignons.

Cette description permettra de se rendre mieux compte du mécanisme des accidents ; voici maintenant diverses observations d'engagement du pied.

Observation I. — Le 10 février 1881, vers 2 h. 30' du matin, le wagonnier J... Auguste, de la gare de Terrenoire, avait pris dans un train en déformation un lot de wagons pour le conduire par la déclivité sur une autre voie. Afin de ralentir la marche, il abattit avec les mains le levier du frein ; l'effort fait pour l'enclancher à l'un des crans de la crémaillère, fit abattre brusquement ledit levier, ce qui provoqua de la part de J... un mouvement du corps en avant. Il glissa en même temps sur les rails et le *talon* de son pied droit s'engageant dans le *talon* de l'aiguille des voies x et y, il tomba lui-même sur le côté droit et la roue d'avant d'un wagon lui passa sur le pied. J... se sentant blessé tira son pied avec force pour éviter le passage des roues suivantes ; un violent effort lui permit de le dégager du soulier qui resta pris dans l'aiguille.

Il était néanmoins grièvement blessé ; appelé aussitôt près de lui, je trouvai broyées les parties molles de la face externe du pied droit principalement vers le talon. Une partie s'élimina par gangrène, les os restant indemnes ; après plusieurs mois, la blessure finit par guérir et J... reprit du service dans un nouveau poste où il avait moins à marcher.

Observation II. — Le 21 janvier 1882, vers six heures du soir, l'homme d'équipe M... Claude, de la gare de Pont-de-l'Ane, était chargé d'atteler deux groupes de wagons. Le premier contact a lieu sans incident ; pour exécuter le second attelage, il lui reste 5 à 6 mètres à parcourir entre la machine et les wagons ; il le fait à reculons. Le brouillard était intense et le mécanicien aussi bien que l'agent de manœuvres ne pouvaient le distinguer. Dans les quelques mètres qu'il eut à parcourir en reculant, le *talon* de sa botte gauche s'engagea

entre le rail et le contre-rail du croisement. La locomotive arrivait, mais malgré ses efforts, il lui fut impossible de dégager sa chaussure; renversé, il eut le pied gauche broyé à la face externe. Transporté à l'hôpital et amputé de la jambe au tiers supérieur, son état parut d'abord satisfaisant, mais il se produisit de la gangrène et la mort survint le 23e jour après la blessure.

Observation III. — Le 16 avril 1886, l'homme d'équipe Ch... Claude, de la gare de Firminy, venait d'atteler deux wagons. L'opération terminée, il n'attendit pas que la manœuvre et les wagons fussent complètement arrêtés et voulut sortir de suite d'entre les voitures. Mais en passant son pied gauche en dehors de la voie occupée, il l'engagea *par le bout* entre les rails du croisement des voies x et y; malgré de prompts efforts pour le retirer, il ne put y réussir; le wagon incomplètement arrêté le renversa et lui passa sur le corps; la mort fut instantanée.

Observation IV. — Le 7 octobre 1867, l'homme d'équipe M... Jean, de la gare de Firminy, ayant eu le pied engagé à un mètre environ du talon d'aiguille d'un changement double, fut écrasé par un train et coupé en deux.

Grâce à l'obligeance de M. Seymat, ex-chef de section de la voie à Saint-Etienne, je puis fournir un croquis relatif aux accidents relevés dans les observations III et IV *(fig. 2 et 3)*.

Les faits suivants ont été recueillis dans les journaux.

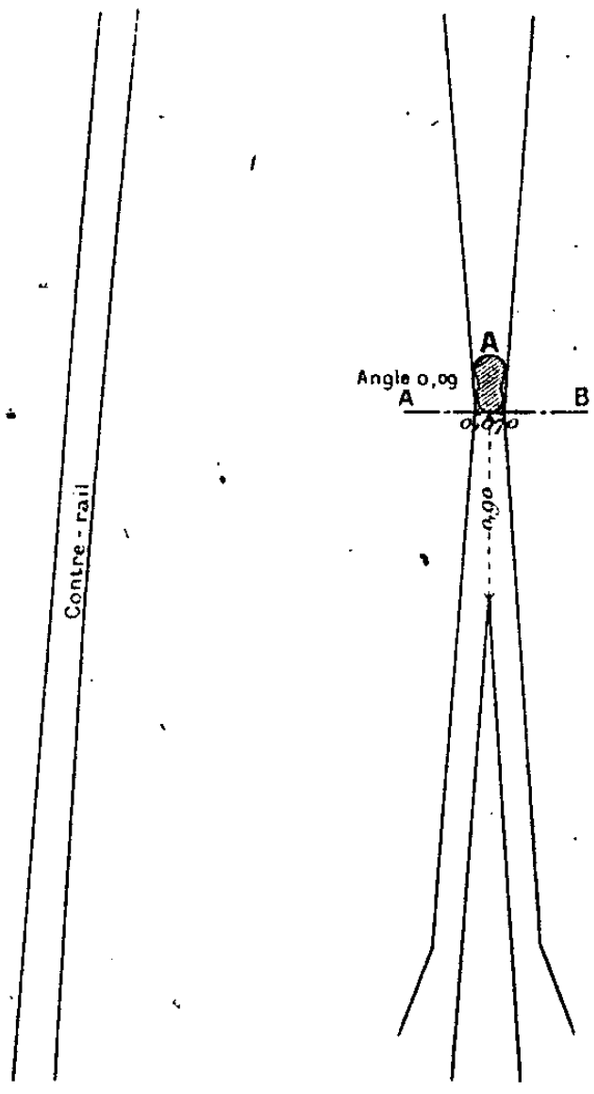


Fig. 2.
Observation III.

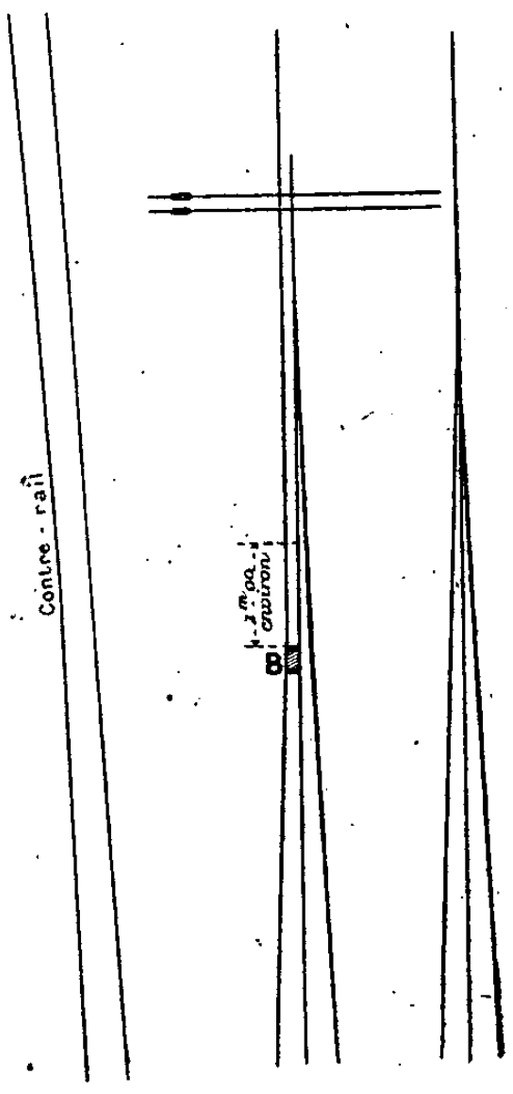


Fig. 3.
Observation IV.

Observation V. — En mars 1882, à la gare de Paris, sur la ligne P.-L.-M., vers l'endroit connu sous le nom des Quatre-Cadrans, un employé du nom de P... traversait la voie, lorsque son pied fut pris « dans un vide qu'on laisse aux

croisements de voie pour le jeu des aiguilles, et malgré tous ses efforts, il ne put se dégager ». Une machine en manœuvre s'avançait; aux cris désespérés de P..., le mécanicien essaya de renverser la vapeur, mais il ne put stopper assez court et la machine lui passa sur le corps.

(In journaux de Lyon, mars 1882.)

Observation VI. — Le 23 avril 1832, un train allant de Bellegarde à Nantua manœuvrait à la gare de Saint-Germain-de-Joux. Le contrôleur R... voulant traverser la voie se prit le pied dans une aiguille, d'une façon si malheureuse, que la machine lui arriva dessus avant qu'il eût le temps de se dégager; la jambe gauche fut broyée.

(In journal *Le Lyon* du 27 avril 1882.)

Observation VII. — Le 17 avril 1887, à la gare de Chambéry, un homme d'équipe, nommé G..., venait d'accrocher un wagon au train se dirigeant sur Aix-les-Bains; il se trouvait encore entre les deux wagons lorsque le train se mit en marche; en cherchant à sortir, un de ses talons s'engagea entre les rails; il ne put se dégager, fut renversé et écrasé.

Observation VIII. — En janvier 1887, à la gare de Nice, un homme d'équipe, L... Joseph, traversant la voie, a eu son pied pris dans une aiguille; il ne put le retirer à temps pour éviter une locomotive qui manœuvrait et fut écrasé.

(In *Loire* du 8 janvier 1887.)

Observation IX. — En octobre 1888, à la gare de Couzon, près Rive-de Gier, un enfant fut également victime d'un accident pour avoir eu le pied engagé entre le rail et le contre-rail d'un passage à niveau.

D'anciens employés de chemin de fer nous ont signalé un certain nombre d'autres faits analogues dont ils avaient été témoins ou qu'ils tenaient de source sûre. Citons entre autres: Un sous-chef de gare de Dôle qui eut le pied pris et écrasé par une machine dans une partie de voie à contre-rail.

En 1856, M. B..., chef de gare à Balbigny (Loire), eut un pied pris entre deux rails et écrasé. Quelque temps auparavant, un des employés de la même gare, pris de la même façon, à l'arrivée d'un train, se tira d'affaire grâce au mauvais état de sa chaussure; sous de violents efforts le talon se détacha et resta seul engagé.

On nous a cité encore d'autres accidents survenus à Lunel, à Moulins et dans le Cher.

En compulsant les journaux, il serait facile d'allonger cette liste et d'en trouver non seulement sur les réseaux français, mais aussi à l'étranger.

Aux traumatismes graves, il convient de joindre beaucoup d'autres accidents bénins ou même sans aucune blessure; tel est le cas de l'employé de Balbigny relaté plus haut; tel encore celui d'un chef de gare, à Arles, je crois, qui pour démontrer à un magistrat le mécanisne d'un accident survenu antérieurement engagea son pied

entre deux rails et eut beaucoup de peine à le retirer à temps pour éviter un train arrivant à toute vitesse.

Bon nombre d'agents en parcourant les voies sont arrêtés par le talon ou par la semelle de leur chaussure qui parviennent à la dégager plus ou moins facilement et plus au moins précipitamment, parfois même en l'endommageant.

Aux accidents de personnes, on pourrait ajouter ceux des chevaux employés à la manœuvre et à la traction des wagons sur les changements de voie ; leur sabot s'engage facilement dans les talons d'aiguille et sous l'influence d'efforts violents pour le dégager, ils l'arrachent ou bien sont écrasés. De toute façon, ils sont hors de service. Les ânes et les mulets se prennent également par le sabot et se mutilent entre les rails accouplés des passages à niveau.

Depuis quelques années, les manœuvres par chevaux ont été fort réduites ; elles se pratiquent néanmoins encore dans les gares importantes.

Les faits rapportés suffisent à démontrer que les blessures résultant de l'engagement d'un pied dans certaines parties de la voie ne soint point rares et entraînent fréquemment la mort.

Les employés qui font l'objet des deux premières observations et que nous avons eu à soigner personnellement, ont été blessés pendant la nuit ou par un temps de brouillard; comme chez les victimes de Firminy, l'accident s'est produit pendant l'attelage de wagons. D'autres personnes ont été surprises en traversant simplement la voie pendant le jour.

La répétition d'accidents de ce genre a naturellement fixé l'attention des grandes Compagnies et celle du Ministère des Travaux Publics. Divers palliatifs ont été proposés ; il ne paraît pas qu'on ait encore trouvé une solution pratique et complète. Mais pour mieux comprendre le problème à résoudre, il est nécessaire de bien connaître le mécanisme des accidents ; c'est du reste le but principal que nous avons en vue.

Le pied considéré au point de vue anatomique est compressible et mobile dans une certaine limite ; lorsque nous parlons de son engagement, il s'agit en réalité de celui de la chaussure destinée à le protéger ; or celle-ci peut être engagée par le talon ou par la pointe.

A. Le talon de la chaussure présente un diamètre transversal variable suivant les dimensions du pied (5 à 7 centimètres); lorsqu'il est pris entre les champignons de deux rails, il peut être serré à tel point qu'il est impossible de le retirer sans des efforts violents et prolongés ; chacun peut en faire l'expérience.

Si les lamelles qui composent le talon ne sont point solidement enchevillées, elles se détacheront en totalité ou en partie. Sont-elles au contraire suffisamment résistantes et le temps fait-il défaut pour trouver la position ou l'inclinaison favorable au dégagement, le pied sera écrasé. Heureuse encore la victime si elle en est quitte pour la mutilation d'un seul membre.

Sollicitées par une traction énergique, les lamelles de cuir superposées qui constituent le talon de la chaussure se dissocient au niveau du point étranglé ; les unes se relèvent, les autres s'abaissent et leur saillie fait obstacle au dégagement.

Si le rail est ancien, fatigué, écrasé et couvert de bavures au bord supérieur et interne du champignon, le retrait sera encore plus difficile. Le remplacement du fer par l'acier a été un progrès sous ce rapport, ce dernier métal étant plus résistant et s'exfoliant moins.

Le genre de chaussure n'est point indifférent lorsqu'il s'agit de se dégager. Avec des souliers découverts ou même des bottines à élastiques, on retirera facilement le pied de la chaussure ; avec la botte la chose deviendra tout à fait aléatoire ; elle sera presque impossible avec le brodequin lacé et serré.

Et cependant la botte et le brodequin conviennent seuls aux agents les plus exposés, à ceux que leur service appelle sur les voies ; avec la boue, la pluie ou la neige on ne saurait faire usage d'une autre chaussure.

Il pourrait arriver que le talon même de l'individu et non plus seulement celui de la chaussure fût engagé ; j'ai même trouvé l'exemple de l'enfant d'un cantonnier, s'amusant sur les voies, qui eut le genou droit engagé entre un rail et un contre-rail et ne put se dégager, malgré tous ses efforts et ceux de sa mère ; celle-ci voyant apparaître un train fit les signaux d'arrêt ; mais il était trop tard et l'enfant fut broyé. Le fait s'est passé en septembre 1883, sur la ligne de Novara-Gozzano, en Italie. La place de cet enfant n'était point évidemment sur la voie ; si je rapporte l'accident, c'est pour démontrer les divers modes d'engagement entre les rails.

B. L'enclavement du talon n'est point la cause unique des accidents ; celui de la semelle ou du bout de la chaussure peut en provoquer également (Observation III).

Le talon, haut et résistant, se trouve serré comme dans un étau entre les champignons des rails ; dans les mêmes conditions, la semelle, moins épaisse et légèrement flexible serait plus facilement retirée. Il n'en est plus ainsi lorsqu'elle descend en dessous des champignons, dans l'évidement formé par les âmes ; le cas est plus grave

encore, si la pointe du pied est enfoncée entre des rails convergents et dirigée vers le sommet de l'angle ; elle s'enfonce alors comme un coin et la semelle qui déborde toujours un peu la convexité de la chaussure se trouve retenue dans la rainure formée par les patins et les champignons.

Le retrait devient impossible, à moins d'un recul en arrière ; l'imminence du danger ne laisse point toujours le temps et la présence d'esprit nécessaires. Le plus souvent même les efforts de traction sont dirigées vers l'espace rétréci et ne réussissent qu'à augmenter l'engagement. Dans ce cas encore à moins de retirer le pied de la chaussure, un écrasement est fatal.

Tel est le mécanisme des accidents. Comment y remédier ? Divers moyens ont été mis en avant et même essayés, soit pour la chaussure, soit pour l'établissement de la voie.

1° *Chaussure.* — Dans les premiers mois de l'année 1886, une circulaire du P.-L.-M. a prescrit l'usage de talons très larges, ayant les mêmes dimensions en bas qu'en haut ; les bouts des chaussures doivent être carrés et non pointus.

Ces recommandations sont justes et ont leur intérêt ; elles pourront prévenir quelques accidents En effet, les talons coniques ou étroits facilent l'engagement surtout dans les rails parallèles des passages à niveau et le cœur des aiguilles. La mesure ne répond point cependant à toutes les indications.

2° *Voie.* — Pour obvier aux inconvénients des talons d'aiguilles et de certaines dispositions des changements de voie, on a songé à combler avec du sable les vides inutiles ; mais la trépidation produite par les machines et les wagons, ainsi que la pluie amènent un tassement rapide ; d'autre part, les vents un peu violents le dispersent. Le palliatif n'est donc que temporaire ; de plus il ne s'applique point à tous les cas et en particulier aux portions intérieures des systèmes de croisement. On a proposé d'ajuster des coins en bois dans les talons d'aiguilles ; s'ils affleuraient le bord supérieur du champignon, ils pourraient être efficaces, en ce qui concerne cette partie de la voie ; ils ne résoudraient néanmoins qu'un des côtés de la question.

Vers les rails accouplés des passages à niveau et la partie centrale des rails coudés, on a pensé que des cales en bois, remontant jusqu'au dessous des champignons, combleraient l'interstice des âmes et seraient par conséquent fort utiles. Mais on a reconnu qu'en hiver la neige durcie s'accumulait dans les rainures trop peu profondes, en

couches successives, assez hautes, en fin de compte, pour faciliter un déraillement.

Des plaques à ressort faisant office de cales, suffisamment résistantes pour supporter le poids d'un homme, mais fléchissant sous celui d'un wagon, ont également été proposées par un ancien chef de section de la voie à Saint-Etienne, M. Seymat. Le système est ingénieux, mais il n'a pas été expérimenté et l'on est en droit de se demander si les ressorts de ces cales ne seraient point rapidement faussés par les charges énormes qu'ils auraient à supporter, sans compter la difficulté de les installer et de les entretenir.

On peut songer encore à augmenter l'écart entre les rails jumeaux des passages à niveau ; mais le danger reparaîtra pour les chevaux qui traversent la voie.

Tous les moyens qui précèdent sont d'une application partielle et combinés en vue d'une adaptation aux types de rails en usage, c'est-à-dire aux rails avec champignon. Or qu'il s'agisse des passages à niveau ou des raccordements, c'est précisément le champignon qui occasionne les engagements du pied ; le talon est encloué entre les saillies parallèles, et l'évidement intérieur forme de son côté coulisse pour la semelle des chaussures.

Si l'on veut éviter les accidents dus à ce double mécanisme, il faut supprimer le champignon *dans les rails destinés à être mis en regard*, rapprochés ou soudés ; les bords seront verticaux ou légèrement évasés de bas en haut, en forme de tronc de cône, ou d'U à branches divergentes.

Avec cette configuration aucune partie de la chaussure ne pourra s'engager ; elle répond du reste à tous les cas.

Quant aux détails et aux dimensions du nouveau type à créer, c'est l'affaire des ingénieurs et des métallurgistes ; point n'est besoin de modifier le rail ordinaire dans la continuité de la voie. Les passages à niveau, les aiguillages et les croisements sont seuls à réformer. Le changement n'en présente pas moins une sérieuse importance ; il est justifié, à notre avis, par la gravité et la fréquence relative des accidents signalés.

M. A. de WENDRICH

Général, Membre du Conseil des Ingénieurs, Délégué du Ministère des Voies et Communications de Russie en Europe occidentale.

APPLICATION DE LA MACHINE HOLLERITH A L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER

[313.385]

— Séance du 12 août 1897 —

L'importance stratégique des voies ferrées dans les guerres futures réside dans la facilité qu'elles donnent de concentrer en un temps relativement très court un grand nombre de troupes en un point donné ; elles abrègent les distances. L'exécution des obligations militaires, tant sur les chemins de fer que sur les autres voies de communication, doit être confiée à des services militaires spéciaux qui ont besoin d'être préparés pendant la paix à leur rôle en temps de guerre.

Pour obtenir ce résultat, les agents de ces services doivent parfaitement connaître les ressources de la région dans laquelle ils se trouvent, c'est-à-dire les voies de communication, les localités, les fabriques et en général tous les établissements qui peuvent être amenés à fournir des denrées et autres choses aux troupes, et dans quelles conditions ces denrées peuvent être dirigées sur un point déterminé ; c'est donc une **Statistique spéciale** *qu'il s'agit d'organiser au point de vue militaire.* C'est pourquoi, en règle générale, les principaux Etats de l'Europe ont admis le principe de la militarisation des chemins de fer en temps de guerre, et la création d'un personnel militaire des chemins de fer dès le temps de paix.

Il ne serait pas moins intéressant et très utile au point de vue commercial d'avoir *une grande uniformité* dans la façon de recueillir et dépouiller les documents de toute sorte qui représentent *la vie des voies de communication*, afin que les renseignements fournis par les différents réseaux d'un Etat, soient toujours parfaitement comparables entre eux et représentent en même temps un ensemble des transports effectués sur toutes les lignes empruntées, appartenant aux différentes

compagnies ou réseaux d'un pays ; enfin, ces travaux statistiques devraient être clairs, nets et rapidement exécutés, autrement dit il faut éliminer les chances d'erreurs personnelles et remplacer les employés par des machines, autant qu'il est possible.

L'Américain *Hermann Hollerith* a inventé pour le calcul des données statistiques et la confection des tableaux les plus compliqués une machine dont le moteur est l'électricité.

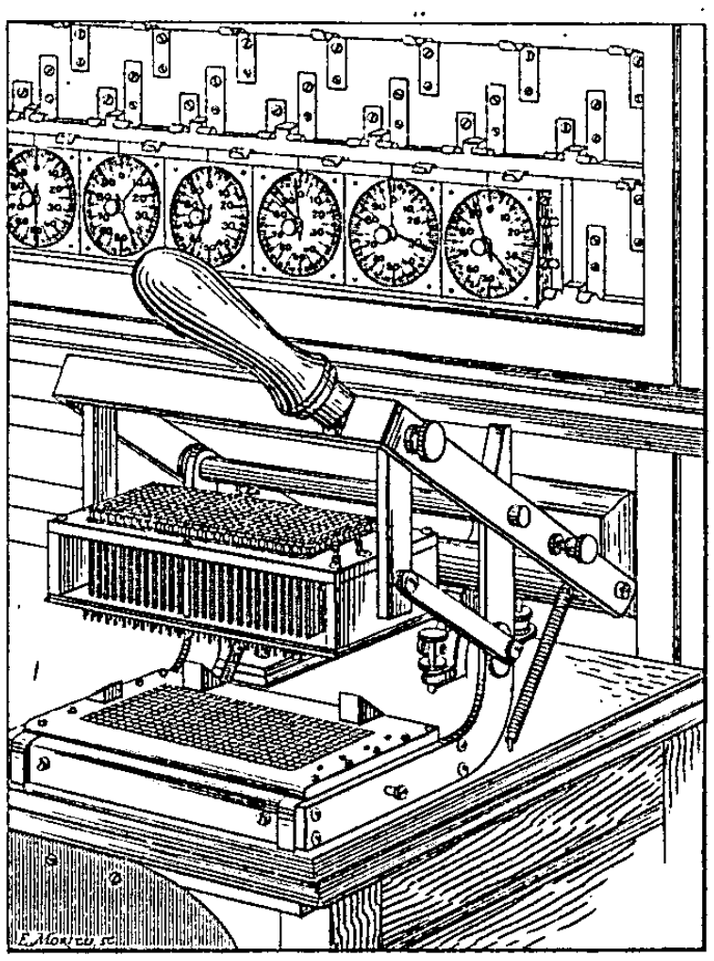


Fig. 1.

Cette machine qui fut appliquée pour la première fois en Amérique, lors du recensement de 1890, a donné les résultats les plus satisfaisants. *Le travail à la machine fut cinq fois plus rapide qu'à la main*, aussi l'Autriche s'empressa-t-elle d'adopter à son tour la machine Hollerith pour le recensement de sa population et la Russie compte l'employer pour le dépouillement des résultats de son dernier recensement. Aujourd'hui, plusieurs lignes de chemin de fer d'Amérique l'ont adoptée pour faire les comptes statistiques des diverses marchandises, le compte des transports et le contrôle des recettes.

Un carton perforé (punched card), où chaque trou représente une donnée particulière, est placé sous la presse de la machine (circuit-closing press) *(fig. 1 et 2)*. Dans chaque trou passe une tige à ressort qui forme circuit et fait marcher un compteur. Le carton est aussitôt retiré de la presse et placé dans un classeur spécial (sorting-machine) dont les couvercles des différentes boîtes s'ouvrent et se ferment automati-

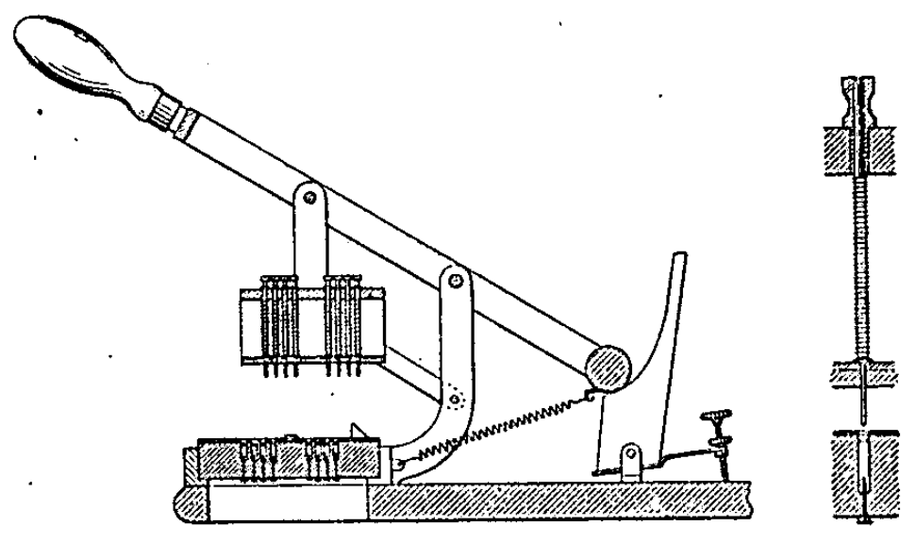


Fig. 2.

quement, de telle sorte, qu'après leur passage sous la presse, les fiches (punched cards) se trouvent classées dans la boîte (sorting-machine) suivant les diverses indications que l'on veut obtenir.

Les fiches perforées sont préparées à la main, à l'aide d'une sorte de pantographe (Keyboard punch) *(fig. 3)*, qui perce les trous avec la plus grande précision et permet d'en percer jusqu'à 280 sur chaque fiche.

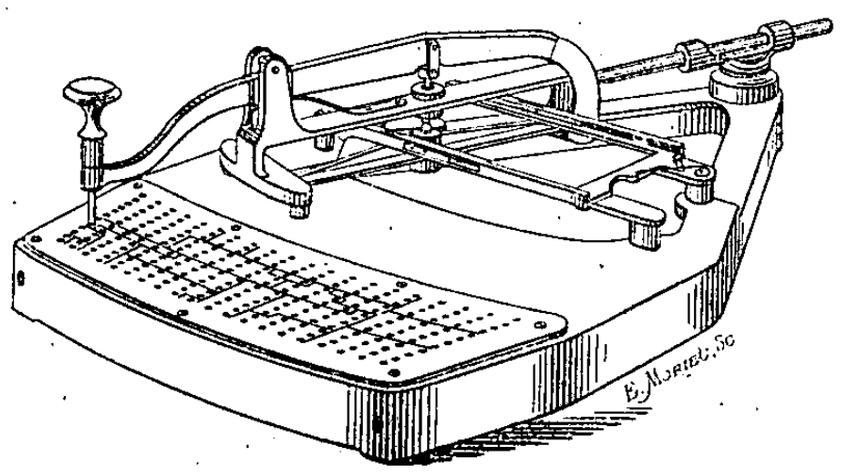


FIG. 3.

Cette machine ayant été très bien décrite par M. Cheysson, dans la séance du 17 février 1892 de la Société statistique de Paris, et par le docteur Georges de Mayr dans son ouvrage « Rauchberg Erfahrungen mit der elektrischen Zählmaschine 1895 », il est inutile de m'étendre davantage.

Ayant eu le plaisir de recevoir cette année M. Hollerith (1) à Saint-Pétersbourg, voici quelques renseignements intéressants qu'il a bien voulu me donner sur les applications que l'on en fait actuellement aux Etats-Unis.

L'emploi des machines Hollerith, lors du recensement des États-Unis, a procuré une économie de 529.000 dollars (ou 1.058 000 roubles papier).

Ces machines furent d'abord employées à titre d'essai sur diverses lignes secondaires de la grande Compagnie des chemins de fer New-York central et Hudson R. R. C°, et expérimentées dans le bureau des marchandises à New-York City (Freight auditor's office).

En avril 1896, tous les comptes étaient déjà faits par ces machines sur les lignes de « N-J et Harlem-Buch-Creek » « Saint-Lawrence et Audirondock » et Walkill-Valley : 25.000 lettres de voiture ont été dépouillées par ce système (way-bills). Au mois de mai, ces machines furent employées pour l'établissement des comptes de 50.000 de ces lettres *(way-bills)*, ayant été aussi mises en pratique par les lignes « Dunkirk-Allegany, Valley et Pittsburg », « Mohawk et Mallone », « New-York et Putnam », ainsi que pour le service intérieur ou local de la ligne « West-Shore ».

(1) Son adresse est :
Washington D. C., 1054. Thirty first street, ou New-York, Western Electric Company, Cor. Greenwich et Thames street.

Cette opération dura quatre mois, toute la partie statistique et du contrôle concernant ces lignes, a été effectuée au moyen des *cartons perforés* (keyboard punch) et des *machines électriques à compter* qui remplacèrent la manière primitive d'établir les comptes. La fiche perforée remplace : 1° les écritures des cahiers d'arrivages qui étaient faites auparavant dans les bureaux de contrôle des recettes, et 2° les petites cartes statistiques.

On a trouvé aussi que la *fiche perforée* fournit un plus grand nombre de données, comme, par exemple : genre du chargement, le chargement a-t-il eu lieu *sur* ou *hors* de la voie, etc... *La fiche à trous* (fiche perforée) présente donc une copie complète du *compte d'expédition* (de la gare expéditrice) à utiliser pour la *vérification des arrivages* (caisse) et pour les *données statistiques*.

Avec l'ancien système, un employé aux appointements de 60 dollars (120 roubles) par mois, parvenait à inscrire (avec des données écourtées), 700 lettres de voiture dans une journée de travail. Actuellement, une jeune fille payée 30 dollars par mois (60 roubles), *perfore* en 7 heures et demie de travail par jour, *900 à 1.107 cartons*.

Le nombre de cartons perforés, susceptibles d'être comptés dans une journée, dépend de la quantité des passages à la presse de la machine. Ainsi, sur les grandes lignes de « West-Shore » (longueur 480 milles anglais et comportant 146 stations), le nombre des cartons comptés dans une journée était de 10.000. En moyenne, selon les circonstances, le nombre de cartons passés par une machine variait entre 5 et 10.000. Pour l'acquisition des machines à perforer, il convient de tenir compte de l'intensité du mouvement du trafic des marchandises.

M. Hollerith affirme que, sur les lignes ci-dessus indiquées, comportant 670 stations et 4 millions de lettres de voiture, le travail reviendra à 50.000 dollars ou 100.000 roubles, soit 2,5 kopecks par lettre de voiture, alors qu'avant ce travail revenait à 9.300 dollars par mois, ou 111.600 dollars par an, soit 223.000 roubles, ce qui fait 5,53 kopecks par lettre. Les frais étaient donc 2,23 fois autant (économie réalisée : 123,2 %). Les Compagnies payaient pour la location des machines et accessoires 550 dollars par an (1.100 roubles papier).

L'opération se fait de la manière suivante. La lettre de voiture accompagne le colis de la station de départ jusqu'à la station destinatrice. La station expéditrice envoie journellement des duplicata, des lettres de voiture ou feuilles de route au bureau du contrôle central en même temps que son rapport détaillé de l'expédition. Un

carton perforé est préparé dans le bureau de contrôle en prenant les données du rapport mentionné de la gare expéditrice pour chaque lettre de voiture et renferme les indications suivantes : date du départ, genre du transport (P. V. ou G. V.), communication directe ou en correspondance, ou transit, station destinatrice, lieu du chargement du colis, *sur* ou *hors* de la voie, le chargement est-il soumis à perception de droits, poids, débours, port payé ou dû, voie à suivre (« via »).

La station de départ, la direction Nord ou Sud, etc., le mois, la date et la longueur du parcours en milles, sont indiqués sur la même fiche (à gauche) par un gros poinçon (gang punch). Les mois sont désignés par deux signes, par exemple août, par 2-3, ou 2e mois du 3e trimestre.

A la fin du mois, les fiches sont rangées, sans autre examen, dans la boîte à classement, *d'après les stations d'arrivée* (destination). Les fiches reçues pour chaque station sont alors additionnées par une machine à calculer, d'après les totaux des poids et des sommes d'argent. On compare le total ainsi obtenu avec celui (mensuel) présenté par les *stations destinatrices*. Si les deux calculs s'accordent, l'opération se trouve exacte et la perforation bien exécutée. En cas de désaccord, on recherche selon les circonstances si l'erreur doit être imputée aux fiches ou au calcul. Les cartons peuvent être raccommodés en bouchant le trou percé à faux par un plaster anglais et en opérant un trou nouveau à la place convenable.

Après cette vérification, les cartons sont classés *d'après les stations de départ ;* on calcule sur une machine et les totaux sont comparés avec les chiffres des sommes dues ou reçues au départ, d'après les rapports des gares expéditrices.

Ces mêmes fiches servent également, avec la boîte à classement et la machine à compter, pour établir diverses données statistiques. Ainsi, on apprend le poids, les frais de transport ou recette brute (tarif), de chaque espèce de chargements, le parcours en tonne-milles de chaque espèce de marchandises, la part du tarif ou recette brute qui revient à chacune des lignes qui concourent au transport des colis de marchandises, etc... On peut obtenir toutes sortes de combinaisons sur les données indiquées par les trous.

Il a été prouvé que les erreurs faites dans les écritures habituelles pour chiffres sont plus fréquentes qu'on ne le croit. Ainsi dans une addition simple d'une somme totale de plus de 200.000 dollars une vérification à la machine a relevé une erreur dans le calcul, fait auparavant à la main, de 26 cents qui était produite en réalité de

4 fautes. La supériorité de la machine réside encore dans ce fait que les cartons étant plusieurs fois manipulés révèlent à chaque opération s'il y a erreur par la seule inspection des compteurs. L'expérience a prouvé également que l'on fait plus d'erreurs dans la transcription que dans la perforation des cartons. Ainsi, durant les deux mois de préparation de 10.000 feuilles de route sur la ligne Dunkirk-Allegany-Valley et Pittsburg, la jeune fille chargée de la perforation des cartons n'a commis qu'une seule erreur, alors que les employés chargés de la transcription en ont commis 34.

Il est donc désirable que les spécialistes et les directeurs des chemins de fer prennent en due considération l'emploi de ce système qui a l'avantage d'exécuter rapidement et à peu de frais toutes les opérations afférentes à l'exploitation des voies ferrées, de permettre toutes les combinaisons de calcul et d'établissement nouveaux modèles (pour le mois et l'année) des différentes statistiques concernant la pratique de la direction et du mouvement des transports sur le réseau ainsi que des questions financières, *enfin faciliter l'étude des problèmes suivants* (qui doivent être étudiés et résolus pendant la marche même des transports et non longtemps après) qui sont : 1° Quantité et poids des colis transportés ; 2° Direction des transports d'après la nature des marchandises ; 3° Frais des transports recette brute dans les différentes directions et relations ; 4° Corrélations des transports par chemin de fer avec les services fluviaux et maritimes ; 5° Coût de ces transports ou recette brute ; 6° Prix des principales marchandises sur les marchés de l'intérieur et à l'étranger ; 7° Valeur des marchandises rendues, suivant les différentes zones de production et de consommation, voies et directions que ces marchandises suivent avec plus ou moins d'intensité et aux différentes époques de l'année, etc.

Après cet exposé de la manière dont la machine Hollerith est employée dans les chemins de fer en Amérique, je dois ajouter que j'ai élargi cette application en l'appropriant au contrôle du service des chemins de fer en temps de paix aussi bien qu'en temps de guerre. Tous les détails de la nouvelle organisation que je propose se trouvent décrits dans le journal officiel : *L'Invalide Russe* des numéros février 39 et 42 de l'année 1896.

Par l'adoption de ces machines on arriverait à une *uniformité complète* des différentes statistiques exécutées sur chaque réseau et l'on pourrait ainsi réunir pendant la paix tous les documents dont l'administration militaire aurait besoin en temps de guerre et lui fournir des données exactes et rapides qui permettront en outre aux

officiers chargés de la direction des opérations sur les lignes stratégiques (groupe de lignes) appartenant souvent à plusieurs Compagnies de chemins de fer), d'avoir *toujours* sous les yeux un tableau détaillé de tous les mouvements effectués sur leur réseau tout en leur permettant d'opérer instantanément et immédiatement le contrôle de la marche des trains et des transports en général.

MM. CHAIZE Frères

Industriels, à Saint-Etienne.

RÉGULATEUR ET TRANSMISSIONS ÉLECTRIQUES

[538.86]

— Séance du 12 août 1897 —

La distribution de l'électricité à domicile comme force motrice est très répandue à Saint-Etienne ; vous l'avez d'ailleurs entendu dire par d'autres plus autorisés que moi et quelques-uns d'entre vous l'ont peut-être vu fonctionner.

Elle est surtout employée pour faire mouvoir les métiers à tisser, mais elle sert aussi aux dévidages, ourdissages, cylindrages, etc...

C'est la Société des ateliers de la Chaléassière (V. Biétrix et C^ie^), qui, la première, dans notre ville, a compris l'intérêt que présentent les moteurs électriques pour faciliter le travail à domicile.

Une difficulté se présentait cependant: c'est d'obtenir la constance de la vitesse quel que soit le travail qu'on leur demande. Nous y avons remédié d'une façon très simple et ce sera l'objet principal de cette communication sur laquelle je tiens à attirer votre bienveillante attention.

Nous possédons un moteur électrique de 1/4 de cheval qui nous a été fourni par les ateliers de la Chaléassière en 1887 pour conduire un métier à tisser ; c'est cet exemplaire sur lequel nous avons fait

nos études, qui a conduit plus tard deux métiers avec une vitesse absolument normale et constante grâce à une disposition de fil électrique dont il sera question plus tard.

Dans un moteur à gaz la régularité est obtenue par l'intermédiaire d'un régulateur à boules qui supprime l'arrivée du gaz lorsque l'effort résistant diminue : Nous avons eu l'idée d'appliquer ici le même principe en installant sur notre moteur un petit régulateur à force centrifuge qui a pour but de supprimer le courant aussitôt que la vitesse s'accélère, l'écartement des boules au lieu d'agir sur la valve d'une prise de gaz, actionne un interrupteur électrique et comme l'étincelle provenant de cette interruption pourrait souder les fils

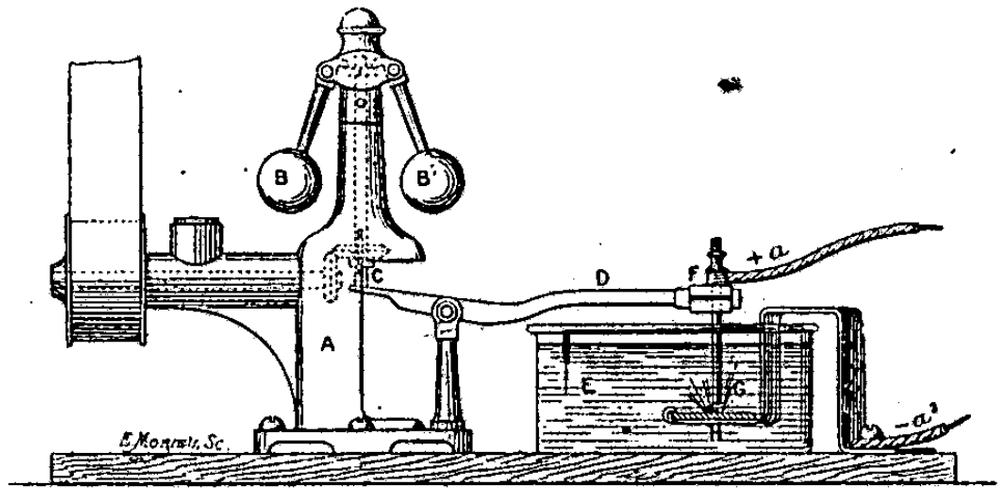


FIG. 1.

que l'on sépare, nous avons eu l'idée de refroidir, en plongeant ces fils dans l'eau.

L'appareil consiste donc en un récipient E *(fig. 1)* contenant de l'eau, au fond, une plaque de cuivre H fixée à une tige par où arrive le courant, enfin une 2e tige mobile G mue par le régulateur et qui pour une vitesse normale est en contact avec la plaque ; dès le moindre accroissement de vitesse, les boules s'écartent, soulèvent cette tige mobile et par cela même interrompent le courant.

Notre moteur muni de cette adjonction fonctionne avec une vitesse absolument constante.

Cet appareil très primitif installé dans la galerie des machines en 1889 a bien fonctionné depuis sa mise en marche jusqu'à la clôture de l'Exposition.

Nous avons d'autre part reçu de M. Diederichs une lettre où il dit : « Votre appareil nous a permis de supprimer le rhéostat qui « nous servait primitivement à régler la vitesse de la dynamo, ce que « nous ne pouvions faire que d'une manière très défectueuse .»

Le grand avantage de ce régulateur c'est qu'il ne permet à la dynamo d'utiliser que la quantité juste nécessaire à sa marche régulière.

Pour cela même nous aurions voulu voir se répandre cette modification. Nous l'avions d'abord installée dans notre usine de la rue d'Annonay, nº 114, mais à partir du jour où elle fut transportée à Bellevue-la-Digonnière nous avons cru nécessaire dans l'intérêt général des ouvriers d'installer au centre de la ville (6, place de l'Hôtel-de-Ville) une salle de démonstration à côté de notre magasin de vente. — Dans cette salle fonctionne un moteur mû par l'électricité que la Compagnie Edison de Saint-Etienne nous livre gratis dans un but de publicité.

Les ouvriers en venant acheter leurs fournitures pour le tissage remarquent cette installation, s'ils la comprennent, ils la veulent de suite, car nous ne sommes pas constructeurs, mais nous voulons voir le sort de l'ouvrier s'améliorer.

En terminant je veux vous signaler un dispositif que nous proposons et qui a été adopté par la Société Edison de Saint-Etienne dans plusieurs cas *(fig. 2)*.

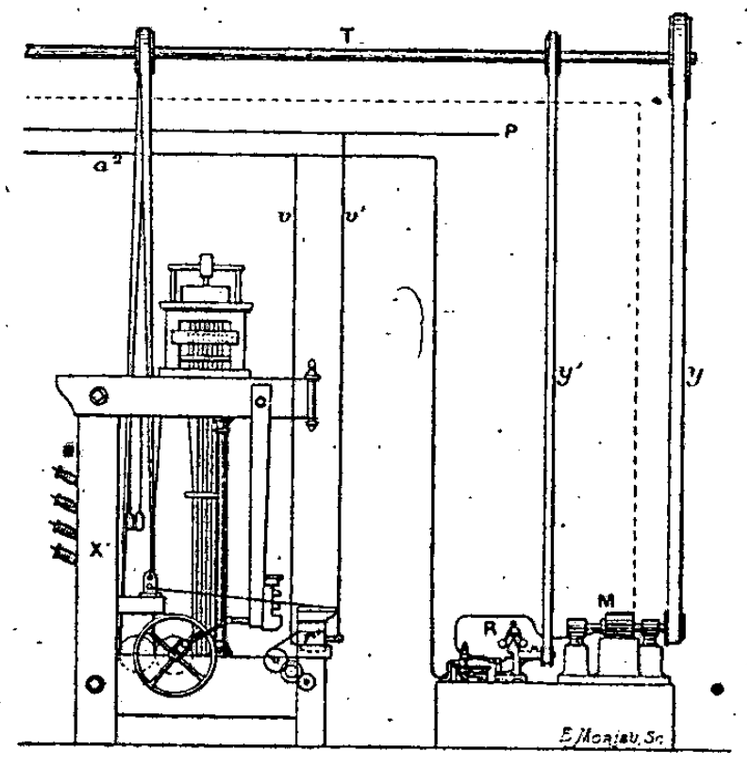


FIG. 2.

Le fil du pôle négatif va directement de la dynamo génératrice à la réceptrice; le fil du pôle positif s'arrête à une certaine distance de la réceptrice et lui est relié indirectement au moyen d'un troisième fil communiquant par autant de branchements distincts avec les divers métiers. De plus, sur chaque métier est adapté un commutateur solidaire du débrayage.

D'après ce qui précède, lorsque l'ouvrier arrête un métier, non seulement la vitesse de l'arbre de commande n'est pas accélérée, puisque le régulateur entre aussitôt en action, mais le métier dont il s'agit se trouve simultanément isolé de la source électrique et si les cinq métiers cessent de battre, la dynamo réceptrice cesse spontanément de fonctionner, la transmission de mouvement de tourner en pure perte.

Il va de soi qu'inversement la mise en marche pour un seul métier ou pour plusieurs métiers s'obtient avec la même facilité.

M. LEBOIS

Directeur de l'Ecole pratique d'industrie de Saint-Etienne.

ÉTUDE MÉCANIQUE DE LA PLATINE DE FUSIL [683]

— *Séance du 12 août 1897* —

La platine se compose en principe d'un ressort en V très allongé fixé sur le *corps de platine* PQ; d'une pièce aplatie NOA, appelée *noix* calée sur un arbre O qui, traversant le corps de la platine, porte de l'autre côté le *chien* Ch. La noix présente à gauche deux entailles ou *crans* dans lesquelles se loge le bec d'arrêt de la *gâchette* G. Son extrémité A de droite est réunie à la branche libre du ressort par une barre rigide AD qu'on nomme chaînette *(fig. 1)*.

La noix et le chien rendus solidaires par l'arbre O forment un levier coudé dont les bras sont le chien et la portion DA de la noix. C'est par l'intermédiaire de la chaînette et de la noix que le ressort transmet son action au chien.

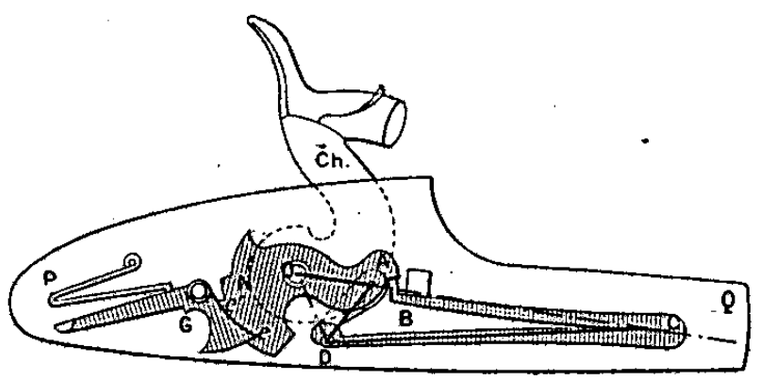


FIG. 1.

Bien que la branche libre du ressort, généralement droite au *bandé*, se courbe en se détendant, nous admettrons pour simplifier ce qui va suivre, qu'elle reste droite dans toutes ses positions et qu'elle se comporte comme un bras de levier mobile en C.

Détermination de la force F' *en fonction de la force* F, *ou de l'effet produit en* A *et normalement à* OA, *par la branche mobile du ressort et par l'intermédiaire de la chaînette.*

On décompose F en deux forces : Df' détruite par l'axe C et Df dans le prolongement de la chaînette *(fig. 2)*.

On obtient

$$Df = \frac{F}{\sin \varphi} \quad (1)$$

La force Df transportée en Af_1 est à son tour remplacée par les deux composantes Af'_1 détruite par l'axe O, et AF′ ou F′ agissant normalement à DA pour faire tomber le chien.

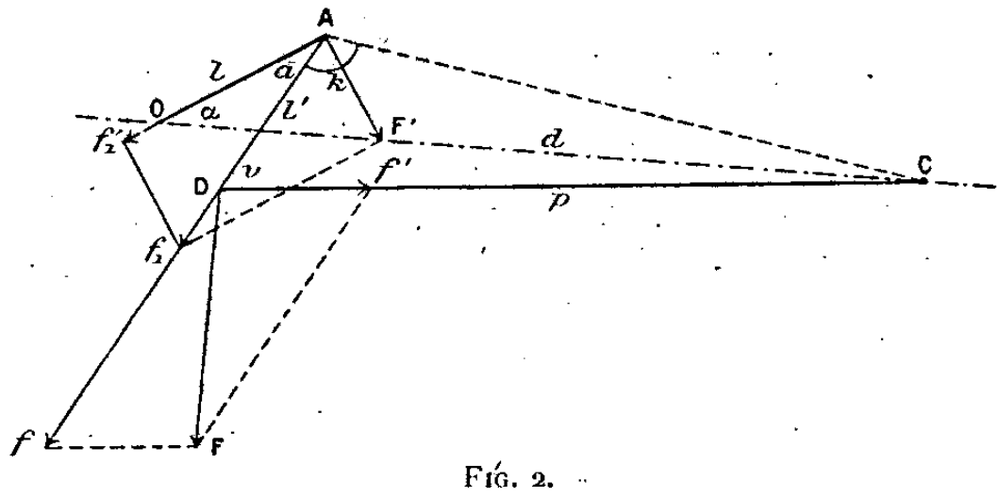


FIG. 2.

La valeur de cette force F′ qui représente la grandeur de l'action du ressort en A est $F' = Df \sin a$.

En remplaçant Df par sa valeur (1), on obtient

$$F' = F \frac{\sin a}{\sin \varphi}.$$

Les données autres que F sont

$$AO = l,\ AD = l',\ DC = p,\ OC = d \text{ et l'angle } AOC = \alpha.$$

Détermination de ν.′

Les relations

$$\overline{AC}^2 = l'^2 + p^2 - 2l'p \cos \varphi$$
$$\overline{AC}^2 = l^2 + d^2 - 2ld \cos \alpha$$

donnent

$$\cos \varphi = \frac{l'^2 + p^2 + 2ld \cos \alpha - (l^2 + d^2)}{2l'p}.$$

Détermination de a.

On retranche k de l'angle OAC.

On a : 1° $\dfrac{\sin(a+k)}{d} = \dfrac{\sin\alpha}{AC}$ (AC est déterminé)

$$\sin a + k = \frac{d}{AC}\sin\alpha.$$

2° $$\frac{\sin k}{p} = \frac{\sin\varphi}{AC}$$

$$\sin k = \frac{p}{AC}\sin\varphi.$$

Variation du rapport $\dfrac{F'}{F}$ *quand la noix tourne sur son axe.*

Ce rapport est toujours égal à $\dfrac{\sin a}{\sin\varphi}$. Mais les angles a et φ n'ayant entre eux que des relations très complexes, on remplace le rapport de leurs sinus par un produit de deux rapports ne comprenant que des lignes et qui sont fournis par les deux triangles OAH, HDC *(fig. 3)*.

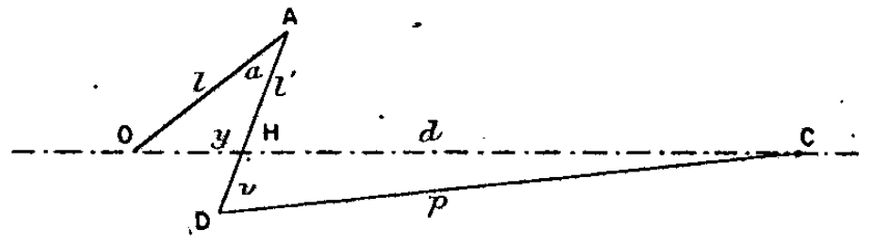


FIG. 3.

Le premier donne

$$\frac{\sin\gamma}{l} = \frac{\sin a}{OH},$$

Et le second

$$\frac{\sin\gamma}{p} = \frac{\sin\varphi}{HC}.$$

En divisant membre à membre, il vient :

$$\frac{p \sin \gamma}{l \sin \gamma} = \frac{\sin a}{\sin \varphi} \times \frac{HC}{OH},$$

$$\frac{p}{l} = \frac{\sin a}{\sin \varphi} \times \frac{HC}{OH},$$

$$\frac{\sin a}{\sin \varphi} = \frac{p}{l} \times \frac{OH}{HC},$$

D'où

$$F' = F \times \frac{p}{l} \times \frac{OH}{HC}.$$

On remarque que $\frac{p}{l}$ est constant, seul le rapport $\frac{OH}{HC}$ varie.

Il grandit quand OA entraîné par le ressort se rapproche de OC. Dans la position, qu'on peut considérer comme limite en pratique, de OA couché sur OC

$$F' = F \times \frac{p}{l} \times \frac{l}{d - l}. \qquad (1)$$

Lorsque D se trouve au contraire sur OC

$$F' = F \times \frac{p}{l} \times \frac{d - p}{p}. \qquad (2)$$

Ce sont là les deux positions de la noix à l'*abattu* et à l'*armé*.

On se sert principalement de ces deux dernières formules pour étudier un projet de platine.

INFLUENCE DE LA COURBURE DU RESSORT

Dans ce qui précède, nous avons supposé que la branche libre du ressort était droite dans toutes les positions et qu'elle tournait autour de C. En réalité cette branche n'est droite qu'au bandé. Pendant la tombée du chien, elle se courbe en se déformant sur toute sa longueur. Mais dans l'une quelconque de ses positions, nous obtiendrons le même résultat en la remplaçant par un bras de levier tangent à son extrémité et qui oscillerait autour du point qu'il déterminerait sur OC.

M. G. CHICANDARD

A Fontaines-sur-Saône (Rhône).

LA GAMME DÉDUITE DE LA THÉORIE DES SONS HARMONIQUES ET DES SONS RÉSULTANTS [534.3213]

— *Séance du 12 août 1897* —

La gamme théorique devrait satisfaire à la fois à la théorie des sons harmoniques et à celle des sons résultants ; les valeurs données par Helmholtz : octave $= 2$; quinte $= \frac{3}{2}$; tierce $= \frac{5}{4}$ y satisfont pleinement, mais ces valeurs sont incompatibles entre elles et ne permettent pas l'établissement d'une gamme, car l'hypothèse d'intervalles variables avec la tonique n'est pas admissible et d'ailleurs, même en l'admettant, le problème n'est pas résolu, car la gamme d'Helmholtz avec tonique *ré* ne satisfait plus ni à la théorie des harmoniques ni à celle des sons résultants. Il faut d'après la théorie de la gamme que 4 quintes égalent 2 octaves plus une tierce, c'est-à-dire qu'en appelant Q la quinte ; T la tierce ; O l'octave, on doit avoir la relation

$$Q^4 = O^2 . T$$

En se basant sur cette équation on trouve que

Pour l'octave 2 et la quinte $\frac{3}{2}$ il faut que la tierce $= \frac{81}{64} = 1.2656$

Pour l'octave 2 et la tierce $\frac{5}{4}$ il faut que la quinte $= \sqrt[4]{5} = 1.49426$

Enfin pour la tierce $\frac{5}{4}$ et la quinte $\frac{3}{2}$ il faut que l'octave $= \sqrt{\frac{81}{20}} = 2.01264$

On aurait donc le choix entre ces trois gammes très différentes, mais ce n'est pas tout car la théorie des sons résultants va nous conduire à

d'autres gammes calculées *à posteriori*. Voyons d'abord les sons résultants de la quinte.

On sait que le son additionnel $sol_3 + ut_3 = mi_4$ et que le son différentiel $sol_3 - ut_3 = ut_2$. Prenons l'octave pour inconnu x et appelons la quinte Q

$$Q - 1 = \frac{1}{x} \quad \text{et} \quad Q = \frac{1+x}{x}$$

le son additionnel sera $1 + \frac{1+x}{x} = \frac{1+2x}{x}$

et la tierce rapportée à l'octave $\frac{1+2x}{x^2}$

Mais, ainsi que nous le rappelons plus haut, 4 quintes valent 2 octaves plus une tierce

donc $$\left(\frac{1+x}{x}\right)^4 = x^2 . \frac{1+2x}{x^2} = 1 + 2x$$

Développons et chassons les dénominateurs, il vient

$$1 + 4x + 6x^2 + 4x^3 + x^4 = x^4 + 2x^5$$

d'où $$2x^5 - 4x^3 - 6x^2 - 6x - 1 = 0$$

L'équation est satisfaite pour $x = 2{,}01169$ avec une grande approximation et donne

$$\text{Quinte} = 1.49709448$$
$$\text{Tierce} = 1.241294$$

Faisons maintenant les mêmes calculs pour les sons résultants de la tierce : $mi_3 - ut_3 = ut_1$ $mi_3 + ut_3 = ré_4$

Appelons x l'octave ; T la tierce $T - 1 = \frac{1}{x^2}$ $T = \frac{1+x^2}{x^2}$

Le son additionnel sera $\frac{1+2x^2}{x^2}$

et la valeur de la seconde rapportée à l'octave $\frac{1+2x^2}{x^3}$

Mais deux secondes valent une tierce et nous pouvons écrire

$$\left(\frac{1+2x^2}{x^3}\right)^2 = \frac{1+x^2}{x^2}$$

Développons et chassons les dénominateurs nous aurons

$$1 + 4x^2 + x^4 = x^4 + x^6$$

d'où $$x^6 - 3x^4 - 4x^2 - 1 = 0$$

La valeur $x = 2.01225$ satisfait très approximativement l'équation et donne pour la tierce 1.2470024

— pour la quinte 1.49903

Nous voyons donc qu'en outre des trois gammes déduites des harmoniques nous avons deux gammes calculées d'après les sons résultants. De tous ces calculs nous concluons que *les valeurs de l'octave, de la quinte et de la tierce sont voisines de* $2, \frac{3}{2}, \frac{5}{4}$ *sans avoir exactement ces valeurs ;* que de plus aucune gamme ne peut satisfaire rigoureusement aux deux théories des harmoniques et des sons résultants.

Cela nous explique que les musiciens et les physiciens ne soient pas encore d'accord sur cette question de la gamme. Il est très probable (et les expériences de MM. Mercadier et Cornu viennent à l'appui de cette manière de voir) que pratiquement, dans la mélodie où les Harmoniques ont beaucoup plus d'importance que les sons résultants, les chanteurs et les instrumentistes exagèrent la valeur des dièzes et des bémols et se rapprochent ainsi de la gamme de Pythagore, adoptée d'ailleurs dans l'enseignement de la plupart des professeurs de musique. Mais dans l'Harmonie les exécutants doivent inconsciemment tenir compte des sons résultants et rectifier leurs intervalles.

Puisqu'aucune gamme ne peut satisfaire d'une manière rigoureuse aux harmoniques et aux sons résultants, la gamme naturelle sera celle qui remplira ces exigences avec le plus d'approximation ; nous avons essayé de calculer une pareille gamme de la façon suivante :

A la théorie des harmoniques nous empruntons l'octave 2 et nous prendrons pour valeurs de la tierce et de la quinte des valeurs moyennes déduites des calculs faits sur les sons résultants.

Nous avons trouvé pour la quinte 1.49709448 valeur déduite des sons résultants de la quinte ; pour la tierce 1.2470024 d'après les sons résultants de la tierce, mais ces valeurs sont incompatibles entre elles et avec l'octave 2.

L'octave 2 et la tierce 1.2470024 exige une quinte = 1.494451.
— 2 et la quinte 1.49709448 — tierce = 1.255841.

Prenons les moyennes géométriques de ces quantités nous trouvons

$$T = 1.25141 \quad Q = 1.49577.$$

Notre gamme sera donc caractérisée par les valeurs :

Octave	= 2	log octave	= 0,3010300
Quinte	= 1,49577	log Q	= 0,1748655
Tierce	= 1,25141	log T	= 0,0974020
Seconde	= 1,1187	log S	= 0,0487010
½ ton diatonique	= 1,0685	log ½ ton diat	= 0,0287625
½ ton chromatique	= 1,047	— chrom	= 0,0199385

Telle est la gamme dont nous proposons l'adoption.

Voici un tableau résumant les écarts donnés par les diverses gammes avec les harmoniques et les sons résultants. Les erreurs sont exprimées en fraction du ton moyen de la gamme à tempérament.

	HARMONIQUES						Sons résultants DE LA QUINTE		Sons résultants DE LA TIERCE	
	2	3	4	5	6	8	Son addit.	Son diff.	Son addit.	Son diff.
Gamme Pythagore.....	0	0	0	$\frac{1}{9}$	0	0	$\frac{1}{9}$	0	$\frac{1}{6}$	$> \frac{1}{2}$
— Helmholtz ton *ré*.	0	$\frac{1}{9}$	0	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	0	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{22}$	$> \frac{1}{2}$
— piano.....	0	$\frac{1}{100}$	0	$\frac{1}{14}$	$\frac{1}{100}$	0	$\frac{1}{13}$	$\frac{1}{35}$	$\frac{1}{17}$	$> \frac{1}{3}$
— nouvelle.....	0	$\frac{1}{41}$	0	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{41}$	0	$\frac{1}{41}$	$\frac{1}{14}$	$\frac{1}{18}$	$\frac{1}{21}$

On voit que sur le son différentiel de la tierce, l'écart de la gamme de Pythagore et de la gamme d'Helmholtz à tonique *ré dépasse 1/2 ton ;* un tel écart est inadmissible.

Si nombre de musiciens considèrent le piano comme un instrument faux, c'est surtout au point de vue harmonique, l'écart de plus de 1/3 de ton sur le son résultant différentiel de la tierce ne peut échapper à une oreille exercée.

Le simple examen du tableau montre la supériorité de notre gamme.

Pour compléter notre travail, nous avons calculé le nombre des vibrations et la longueur des cordes correspondantes aux notes de la troisième octave établie d'après notre gamme.

Nombre de vibrations :

la♯ = 455	si♭ = 465	si = 487	ut$_1$♭ = 497	si$_1$♯ = 509	ut$_1$ = 520
ut$_1$♯ = 544	ré♭ = 556	ré = 582	ré♯ = 609	mi♭ = 622	mi = 651
fa♭ = 664	mi♯ = 681	fa = 695	fa♯ = 728	sol♭ = 743	sol = 778
sol♯ = 814	la♭ = 825	la$_1$ = 870			

Longueur des cordes : celle du la$_3$ étant supposée égale à 10.000.

la♯ = 9551	si♭ = 9359	si = 8939	ut$_1$♭ = 8759	si$_1$♯ = 8538	ut$_1$ = 8386
ut♯ = 7991	ré♭ = 7830	ré = 7479	ré♯ = 7143	mi♭ = 7000	mi♭ = 6686
fa♭ = 6551	mi♯ = 6386	fa = 6257	fa♯ = 5976	sol♭ = 5856	sol♭ = 5593
sol♯ = 5342	la♭ = 5235	la$_1$ = 5000			

M. A. de SAPORTA

A la Mogère, près Montpelier.

PROBLÈME RELATIF AUX SOLUTIONS SALINES

[532.733]

— *Séance du 12 août 1897* —

Nous nous proposons, dans cette note, de traiter, au seul point de vue théorique, la question suivante :

« Etant donné, à T degrés centigrades, un kilogramme d'eau « exactement saturée d'un sel soluble quelconque, on ajoute au « mélange une certaine quantité d'eau à 0° qui le refroidit jusqu'à *t* « degrés. Peut-on régler cette adjonction de manière à conserver à « *t*° l'état de saturation sans dépôt de sel, ni excès d'eau ? »

Il est clair, *à priori*, que par l'introduction d'une dose très considérable d'eau, même froide, l'état de dissolution persistera parce que tout sel à 0° se diffuse dans une quantité d'eau limitée.

Au contraire, il est permis de croire qu'en ajoutant peu d'eau à 0°, on provoque dans la masse un abaissement de température dont l'effet sur la capacité dissolvante contrebalancera exactement l'influence de l'accroissement du véhicule.

Désignons donc par :

α_T le coefficient de solubilité du sel à T degrés ou le poids en kilogramme de sel incorporé pour un kilogramme d'eau ; α_T est, le plus souvent, une fraction inférieure à l'unité ;

c la chaleur spécifique du sel ; c est toujours plus faible que 1 ;

γ le poids réduit en eau du vase à expérience ; γ est toujours fort petit ;

y le poids d'eau ajouté ;

t désignant, comme nous l'avons dit, la température finale, nous aurons

$$(1 + c\alpha_T + \gamma)(T - t) = yt$$

Posons, pour abréger $1 + c\alpha_T + \gamma = \mu$, μ étant une constante invariable dans le cours d'une même série d'expériences et, en tout cas, peu supérieure à l'unité (*).

$$(1) \qquad y = \frac{\mu(T - t)}{t}.$$

Quant à la condition de permanence de saturation, elle se traduira simplement par

$$(2) \qquad \alpha_T = \alpha_t(1 + y)$$

I. Supposons d'abord, ainsi qu'il arrive dans bien des cas (chlorures de baryum, d'ammonium, de potassium, — bromure et iodure de potassium — sulfate de potassium, de magnésium, de cobalt, de nickel, de zinc — chromate de potassium... etc.), que le coefficient de solubilité soit fonction linéaire de la température : alors

$$\alpha_T = \alpha_0(1 + aT) \quad \text{et } \alpha_t = \alpha_0(1 + at)$$

Substituons alors dans (2) et supprimons α_0 facteur commun

$$(3) \qquad 1 + aT = (1 + at)(1 + y)$$

$$(3') \qquad y = \frac{a(T - t)}{1 + at}$$

(*) Dans les cas extrêmes à 100°, l'eau ne dissout guère que le double ou le triple de son poids des sels les plus solubles ; c, en pratique, est toujours inférieur à 0,3 et souvent moindre encore.

La comparaison des équations (1) et (3′) permet, sur le champ, d'éliminer y. On trouve deux solutions communes : d'abord $t = T$ résultat illusoire, puis $t = \frac{\mu}{a(1-\mu)}$ valeur négative correspondant à une valeur également négative de y : Donc, quelque bizarre que cela puisse paraître, il est impossible, pour n'importe quelle valeur de a, d'ajouter à une solution saturée assez peu d'eau froide pour maintenir l'état limite de saturation, et, *a fortiori* précipiter du sel (*).

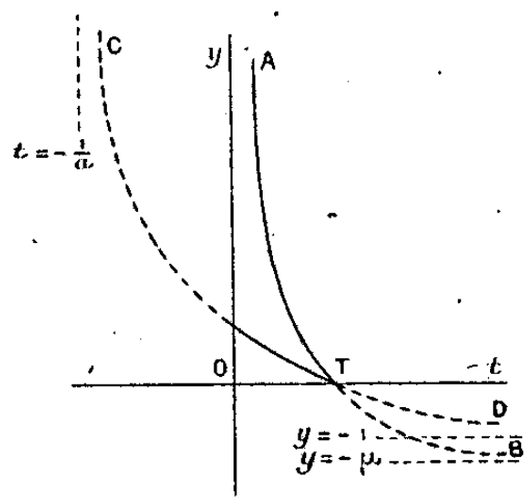


FIG. 1.

La représentation graphique des éléments du problème achève d'élucider celui-ci. On s'aperçoit facilement qu'il s'agit de construire deux hyperboles équilatères AB (1) et CD (3′), de rechercher les points communs à ces deux courbes et d'examiner leur situation mutuelle (voir *fig. 1*).

II. Envisageons maintenant un cas plus complexe et plus intéressant. Supposons que la solubilité du sel croisse plus vite que la température et soit représentée par une formule parabolique

$$a_t = a_0(1 + at + bt^2)$$

b étant petit par rapport à a. L'équation (3) est remplacée par la suivante

$$1 + aT + bT^2 = (1 + at + bt^2)(y + 1)$$

d'où

$$(4) \qquad y = \frac{(T - t)[a + b(T + t)]}{1 + at + bt^2}$$

L'élimination de y entre les équations (1) et (4) conduit à une équation du second degré en t

$$(5) \qquad b(\mu - 1)t^2 + t[a(\mu - 1) - bT] + \mu = 0$$

dont la discussion, sans présenter aucune difficulté, est trop laborieuse pour être développée ici. Graphiquement, le problème se ramène à la

(*) Cependant le problème serait possible dans le cas exceptionnel d'une substance dont la solubilité décroîtrait régulièrement avec la température.

recherche des points communs à une hyperbole équilatère AB (1) et à une cubique unicursale assez simple CD (4). Les courbes peuvent ne pas se rencontrer, ou se toucher, soit dans la zone utile $yOT\theta$, soit en dehors de celle-ci ; ou bien se couper en deux points, dont l'un toujours du moins, répondant à la question. Ainsi, dans le cas du nitrate de potassium pour lequel

$$\alpha_t = 0{,}13\,(1 + 0{,}045\,t + 0{,}00135\,t^2)$$

si on suppose $T = 50°$, $\alpha_T = 0{,}86$ et comme c diffère peu de 0,23, μ s'approche de 1,2. On trouve $t = 22°9$ $\gamma = 1.42$. Le rapport du poids de nitrate à celui de la dose finale d'eau est égal à 0,355, chiffre très voisin du coefficient de solubilité du sel à 22° 9.

Ajoutons que si l'on dépense moins de 1kg,42 d'eau à 0°, du nitrate se dépose, abstraction faite, bien entendu, des phénomènes de sursaturation.

La figure 2 se rapporte au cas d'une solution unique.

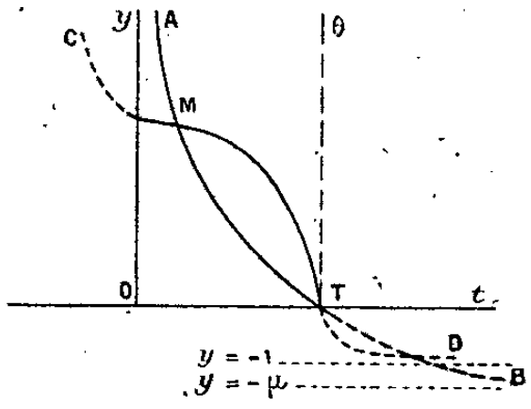


FIG. 2.

III. Une formule unique peut nous permettre de résoudre à la fois, non seulement les deux cas simples envisagés jusqu'ici, mais ceux plus compliqués encore. En effet, nous pouvons mettre à profit une intéressante remarque de M. Etard. Ce chimiste a observé que si l'on prend pour abscisses les températures et pour ordonnées non plus les poids de sel α_t dissous dans l'unité de poids d'eau, mais les rapports $\frac{\alpha_t}{1 + \alpha_t}$ des poids des sels aux poids des mélanges, on obtient, au lieu de courbes, soit une droite unique, soit une série de droites formant une ligne brisée.

Posons donc

$$\frac{\alpha_t}{1 + \alpha_t} = N_t \quad \text{d'où } \alpha_t = \frac{N_t}{1 - N_t}$$

Au reste

$$N_t = mt + n$$

Nous avons avantage dans l'équation calorimétrique à changer $\gamma + c\alpha_T$ en $c_1\alpha_T$, c_1 étant très peu différent de c, vu la petitesse de γ. L'équation (1) se trouve donc remplacée par la suivante

$$(6) \qquad y = \frac{T - t}{t}\left(1 + \frac{c_1 N_T}{1 - N_T}\right)$$

Quant à l'équation (3') elle prend la forme

$$(7) \qquad y = \frac{m\,(T - t)}{(1 - N_T)\,(mt + n)}$$

Comparons les deux valeurs de y et réduisons ; il nous vient simplement

$$n - (1 - c_1)\,N_T\,(mt + n) = 0$$

d'où (8)
$$t = \frac{n}{m}\,\frac{N_T\,(1 - c_1)}{1 - N_T\,(1 - c_1)}$$

Pour que cette valeur soit acceptable, il faut qu'elle soit positive, ce qui entraîne $N_T < \frac{1}{1 - c_1}$; m et n étant positifs dans la plupart des cas, et, cette inégalité étant supposée remplie, que

$$\frac{n}{m}\,\frac{N_T\,(1 - c_1)}{1 - N_T\,(1 - c_1)} < T$$

ou que
$$\frac{n}{m} < T\,\frac{1 - N_T\,(1 - c_1)}{N_T\,(1 - c_1)}$$

Cette dernière condition est susceptible d'une interprétation graphique assez simple. Traçons les deux axes rectangulaires des températures et des quotients N_t, puis la droite de solubilité spéciale aux conditions de l'expérience ; prolongeons-la jusqu'à son intersection avec l'axe des t en A. La longueur OA représente $\frac{n}{m}$ (au signe près). Au point d'abscisse T élevons l'ordonnée TK représentant N_T. Divisons, à partir de T, la longueur TK proportionnellement à $1 - c_1$, fraction inférieure, mais de peu, à l'unité, ce qui nous donne un point C voisin de K. Puis, à partir de T sur TK prolongé portons une longueur TU égale à l'unité. Il est clair que $CU = UT - CT = 1 - (1 - c_1)\,N_T$. Joignons OC puis, par le point U menons UV parallèle à OC ; la longueur OV figure $T\,\frac{1 - N_T\,(1 - c_1)}{N_T\,(1 - c_1)}$. Si le point V tombe à droite de A, le problème est possible, sinon, il ne peut se résoudre (*fig. 3*).

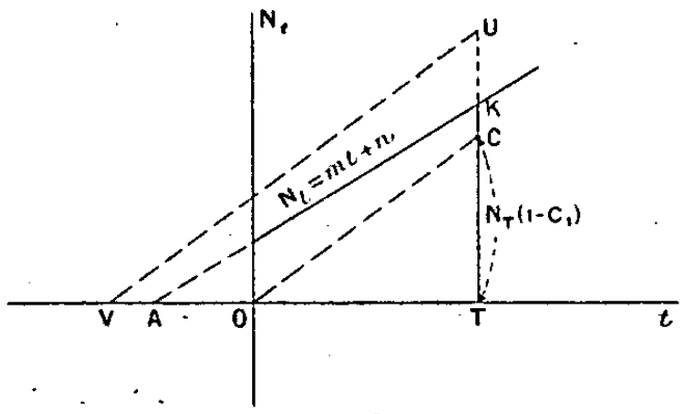


FIG. 3.

M. Marcel BRILLOUIN

Maître de conférences à l'Ecole Normale supérieure.

ORIGINE, VARIATIONS ET PERTURBATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE

[537.40]

— Séance du 16 août 1897 —

1. — Herz a découvert en 1887 que l'étincelle électrique éclate plus facilement sous l'action de la lumière ultraviolette que dans l'obscurité. En 1888, Wiedemann et Ebert ont montré que cette action s'exerce à la cathode (électrode négative), qu'elle a un maximum dans l'air vers la pression de 300 millimètres de mercure ; d'après Arrhenius ce maximum aurait lieu vers $6^{m}/^{m}$, et d'après Stoletow à une pression variable avec l'intensité du champ électrique, à peu près proportionnellement.

L'étude attentive de cette action a montré que *toute surface métallique chargée d'électricité négative, perd cette électricité lorsqu'elle est exposée aux radiations ultraviolettes, quelque faible que soit la charge négative*. L'action sur l'électricité positive est nulle. MM. Righi et Stoletow ont même pu se servir de cette action pour *mesurer* les différences de potentiel au contact.

2. — M. Buisson, qui a vérifié cette délicatesse d'action de la lumière ultraviolette, a exécuté à ma demande une série d'expériences sur la glace, comparée au zinc. Un faisceau de lumière ultraviolette (arc électrique, aluminium) traverse une plaque de laiton perforée portée à un potentiel positif, et tombe sur un bloc de glace qui forme l'armature négative du condensateur. Ce bloc repose sur un disque métallique à pied isolant en communication avec un électromètre. Avant l'éclairement, le bloc de glace et l'électromètre sont mis en communication avec le sol, puis cette communication est supprimée. Dès qu'on éclaire, l'aiguille de l'électromètre se déplace, et indique

que le bloc de glace perd son électricité négative — jusqu'à égalisation du potentiel de la glace et de la lame de laiton.

L'action sur le bloc de glace *sec* au sortir d'un mélange réfrigérant est très intense (de l'ordre du dixième au vingtième de celle sur le zinc). — Dès que la surface du bloc commence à fondre, l'action de la lumière ultraviolette diminue beaucoup ; enfin lorsque l'eau de fusion couvre toute la surface éclairée du bloc, la perte d'électricité négative devient négligeable.

Tels sont les résultats obtenus cet hiver au Laboratoire de Physique de l'Ecole Normale par M. Buisson.

La glace est très sensible aux radiations ultraviolettes ; l'eau y est insensible.

3. — Rapprochés de l'influence non douteuse de l'abaissement de pression sur cette action, et de l'absorption de la lumière ultraviolette du Soleil par l'atmosphère, ces résultats transforment mon hypothèse sur l'origine de l'électricité atmosphérique en une théorie expérimentale digne d'être publiée.

S'il existe à un moment quelconque dans l'atmosphère un champ électrique, les aiguilles de glace des Cirrus s'électriseront par influence positivement à un bout, négativement à l'autre. S'il arrive que l'extrémité négative des aiguilles de glace reçoive des radiations solaires ultraviolettes, les aiguilles de glace ainsi éclairées perdront toute leur charge négative et resteront électrisées positivement.

L'état neutre ou négatif des Cirrus est instable ; tout cirrus éclairé par le soleil devient positif.

4. — L'expérience a d'ailleurs montré que l'air ainsi éclairé *reste isolant* (contrairement à ce qui arrive pour les rayons Röntgen). Dans les expériences de laboratoire, où le conducteur positif est peu distant du conducteur négatif, le transport de l'électricité par mouvement de l'air est rapide ; dans l'atmosphère, il en sera autrement.

L'électricité négative perdue par les aiguilles de glace est déposée dans l'air environnant (hypothèse). *L'ensemble du nuage apparaît comme positif, lorsque les aiguilles se séparent de l'air environnant.*

L'état neutre de l'air est instable. L'air qui traverse une région de formation de cirrus éclairés est négatif. L'air neutre dans lequel s'est évaporé un cirrus positif est devenu positif.

Dans la formation des cirrus par mélange (1), les mouvements indépendants de masses d'air voisines, les unes nuageuses, les autres

(1) *Vents et nuages,* M. Brillouin (sous presse) *Ann. du Bur. Centr. mét.* — 1898.

limpides sont fréquents. L'air négatif se séparera alors du cirrus positif. Si la masse d'air négative descend, et si, toujours négative (car l'électricité ne peut disparaître) elle atteint le sol cultivé, les innombrables pointes d'herbes ou de feuilles rendront facile l'échange d'électricité entre le sol et l'air. Le sol continental est chargé *négativement par échange avec l'air.*

A la surface des mers, rien de semblable ne se produit ; l'air reste négatif ; il se charge de vapeur ; mais quand, par détente, cette vapeur se condense en fines gouttelettes, celles-ci comme des pointes fines empruntent à l'air sa charge. *Les Cumulus de détente des régions océaniques sont négatifs.*

Au niveau du sol, aucune action directe des radiations ultraviolettes ne se fait sentir, parce que ces radiations n'y parviennent presque pas, et parce que l'eau n'y est pas sensible.

5. — Il paraît inutile d'insister sur les caractères de la variation diurne, et sur la complication que le transport de l'air électrisé peut lui donner.

L'influence sur les orages est évidente ; le même coup de vent donne de la pluie et des averses la nuit ; des orages à la fin du jour, lorsque l'action solaire a électrisé les cirrus, et que la convection a éloigné l'air négatif. La lenteur de cette convection explique également les deux ou trois journées de temps à apparence orageuse, qui précèdent ordinairement le véritable orage dans nos climats.

Dans les régions ou les saisons, où l'air est à peu près calme, comme à la limite du cône d'ombre circumpolaire de la saison froide, le cirrus électrisé positivement dans toute sa masse pendant le jour, reste environné de l'air négatif. Dès la nuit venue, l'état stable change ; entre l'air négatif et les aiguilles de glace positives, des effluves s'étendent, dans toute l'épaisseur du nuage. Cette explication cadre parfaitement avec toutes les particularités des aurores polaires ; elle convient aussi pour les nuages lumineux observés quelquefois dans nos régions, et pour les lueurs diffuses des soirs d'été, dites éclairs de chaleur.

6. — Enfin, le mécanisme de l'action des troubles solaires devient très simple. Toute variation d'éclat *ultraviolet* du soleil a une action immédiate sur les aurores polaires, et l'électricité atmosphérique, là où existent des Cirrus, sur les orages, une action qui peut être retardée de quelques jours, là où les Cumulus sous-jacents aux Cirrus étaient neutres ou à peu près. La nécessité des Cirrus préexistants ou en formation, et des Cumulus, localise l'action des radiations d'une

manière variable avec l'ensemble des circonstances météorologiques.

L'importance des troubles provoqués est sans relation avec l'importance visuelle des facules, mais dépend exclusivement de l'intensité de la partie ultraviolette transmissible à travers l'atmosphère. A ce titre les facules et surtout les taches observées à l'œil nu ne sont que des indices défectueux, et il est grandement à désirer que les observations de M. Deslandres soient régulièrement organisées et publiées.

7. — D'autres actions, la pulvérisation des gouttelettes d'eau tombant sur un obstacle, ont été indiquées depuis quelques années comme jouant un rôle dans la production de l'électricité atmosphérique. Je crois qu'elles ne jouent qu'un rôle secondaire et perturbateur, et que le rôle fondamental est celui que j'invoque.

L'électricité atmosphérique est entretenue par l'action des radiations solaires ultraviolettes sur les aiguilles de glace des Cirrus ; elle est due à la même cause, le champ initial nécessaire s'étant produit inévitablement dans les déplacements relatifs des hautes régions atmosphériques par rapport au globe terrestre aimanté.

M. le Dr André BROCA

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, préparateur à la Faculté de médecine de Paris.

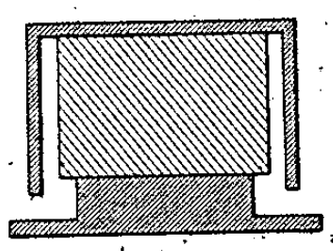
SUR LA PROTECTION DES INSTRUMENTS CONTRE LES VIBRATIONS DU SOL [537.74]

— *Séance du 7 août 1897* —

Bien des physiciens ont été gênés dans leurs observations par les trépidations du sol. Le laboratoire de la Faculté de médecine, entre autres, situé sur la rue Hautefeuille, est soumis à des trépidations très fortes et très fréquentes qui ont motivé cette étude. Ayant été fort gêné, dans des observations faites avec des équipages galvano-

métriques légers, par les vibrations de la rue, j'ai observé après un grand nombre de physiciens, que les cales de caoutchouc placées sous les vis calantes de l'appareil, avaient un effet des plus nuisibles. Une cause déterminée, qui produisait des oscillations de 2mm, l'appareil étant sur son support en bois fixé au mur, produisait, l'appareil étant placé sur des cales en caoutchouc, des oscillations qui atteignaient 2 centimètres.

Des cales en caoutchouc de toute espèce m'ont été données par M. Anthoni, qui fabrique les isolants pour moteurs à gaz, et j'ai cherché à voir l'effet produit en plaçant le galvanomètre sur un massif lourd, placé lui-même sur des cales en caoutchouc. Les résultats ont été de plus en plus mauvais.



CALE EN CAOUTCHOUC

Les hâchures serrées représentent le métal. — Les hâchures écartées, le caoutchouc.

Pour étudier en détail ce phénomène, j'ai eu recours au bain de mercure. Les expériences ont d'abord été faites au laboratoire. J'ai placé deux bains de mercure identiques, l'un directement sur une table fixée au mur, l'autre sur une planche épaisse, lourdement chargée, et portée sur la même table par l'intermédiaire de trois cales de caoutchouc.

Quand une voiture passe dans la rue une ondulation se produit à la surface du mercure. Le bain de mercure placé sur la table donne une ondulation assez forte, et dont la fréquence est proportionnelle à la distance des vides régulièrement espacés qui se produisent à sa surface. Le bain de mercure placé sur le massif isolé par des caoutchoucs présente une ondulation à amplitude beaucoup plus faible mais à période beaucoup plus longue. La distance de deux rides étant de 1mm à 2mm dans le premier bain, était portée à 1c environ dans le second. A mesure que la charge devenait plus grande l'amplitude diminuait, mais la période augmentait.

Ces expériences ont été reprises sur les presses à imprimer du journal des *Débats*, qui ont été munies, par M. Anthoni, de caoutchoucs pour empêcher les trépidations d'incommoder les voisins. Ce résultat est parfaitement atteint. L'expérience des deux bains de mercure donne des résultats analogues à ceux des expériences faites au laboratoire, mais plus accentués encore. Dans ces conditions l'amplitude des oscillations est extrêmement réduite, mais leur période extrêmement allongée. Le poids du massif est de plusieurs tonnes.

La transmission de la vibration dans le caoutchouc est accompagnée d'une consommation d'énergie considérable, mais en même

temps le mouvement change de nature, sa période s'allongeant d'autant plus que le massif supporté est plus lourd.

Pour être faites avec précision, ces études auraient dû être continuées par la chronophotographie de la surface de mercure. Mais les résultats à obtenir ne valaient pas une pareille installation, car ce que nous venons de voir suffit pour savoir dans quels cas il faut employer les cales en caoutchouc et dans quels cas il faut les proscrire.

Si nous considérons un équipage de galvanomètre porté par un fil de cocon, les perturbations proviendront des mouvements transmis à celui-ci par les oscillations pendulaires du point de suspension. Tout dépend donc du moment d'inertie du système par rapport à la droite perpendiculaire au mouvement du point de suspension et passant par le point fixe. Nous le supposerons constant pour tous les axes horizontaux, et nous l'appellerons le moment de l'équipage. De ce moment et de la constante de la gravité dépend la période d'oscillation de l'équipage. Si le point de suspension est soumis à une oscillation périodique, le mouvement se transmettra au pendule ainsi constitué d'après les lois de la synchronisation des oscillants. Si donc la période de l'oscillation excitatrice est très différente de la période propre du pendule, le mouvement sera très petit par rapport au mouvement excitateur. La perturbation sera d'ailleurs d'autant plus faible que la masse et l'amortissement du pendule seront plus grands.

De là provient une des grandes supériorités des équipages à aiguilles verticales sur les équipages ordinaires de Thomson.

Si donc, toutes choses égales d'ailleurs, la période du mouvement devient voisine de celle du pendule, la perturbation deviendra considérable, la résonance exacte se produisant. On conçoit donc que tout dispositif qui allonge la période du mouvement du point de suspension en la rapprochant de la période propre de nos équipages de galvanomètre soit à rejeter. L'expérience est d'accord avec cette théorie.

Un pendule très lourd et très amorti serait d'ailleurs pratiquement à l'abri de ces perturbations. C'est ce qui a permis à M. Julius de constituer son système de suspension pour galvanomètres. Le bâti est soutenu par trois fils d'acier, et des poids à vis permettent d'amener le centre de gravité du système à coïncider avec le point de suspension de l'équipage du galvanomètre. De puissants amortisseurs à huile arrêtent les mouvements pendulaires de totalité que peut prendre l'appareil. Dans ces conditions les équipages les plus délicats ne sont soumis à aucune perturbation. Mais il n'est pas besoin,

pour avoir de bons résultats, d'une pareille complication. Dans des essais que j'ai faits, il m'a suffi de suspendre par trois fils une planchette, de la charger d'un poids de 20 kilogrammes environ et de la munir de 4 ailettes en bois de 10c de côté environ, trempant dans l'huile, pour avoir une plate-forme mettant un galvanomètre Thomson complètement à l'abri de trépidations même considérables du sol. L'établissement de cette suspension est d'une grande simplicité, et peut être réalisée immédiatement au moment du besoin dans tous les laboratoires.

Mais il est un autre cas, où les phénomènes de synchronisation n'interviennent pas, où les vibrations agissent uniquement par leur amplitude. C'est celui où l'on a à exécuter un pointé optique sur un phénomène produit par un appareil placé à grande distance. J'ai eu à exécuter des pointés précis sur des raies du spectre solaire produit par un réseau concave de Rowland de 3m de rayon, 575 traits au millimètre.

La nécessité d'employer la lumière solaire est souvent contradictoire avec la possibilité de placer les appareils sur des piliers isolés. Dans ces conditions, avec le réseau précédent, l'oculaire étant placé à 3m du réseau, et les deux appareils sur des tables massives, toute observation était impossible. Les deux raies D, par exemple, prennent facilement des oscillations ayant pour amplitude le cinquième environ de la distance qui les séparait. En plaçant au contraire les tables lourdes et massives dont je me servais sur quatre fortes cales en caoutchouc, les observations sont devenues parfaitement bonnes, la précision du pointé étant facilement de $\frac{1}{100}$ de la distance des deux raies D.

En résumé, l'emploi des cales en caoutchouc est à proscrire toutes les fois qu'on a dans un appareil un équipage oscillant, léger et délicatement suspendu. Dans ce cas il faut recourir aux plates-formes suspendues par fils, lourdes et amorties. Peut-être la réunion de la suspension sur cales de caoutchouc et de l'amortissement donnerait-elle de bons résultats même pour le galvanomètre. Je ne l'ai pas essayé, car dans ce cas la plate-forme suspendue est d'un emploi très commode. Au contraire, quand l'appareil à protéger est rigide, ou que ses pièces oscillantes sont relativement lourdes, l'emploi des caoutchoucs utilisés pour amortir les trépidations des moteurs permet d'arriver à des résultats suffisants, dans bien des cas. Peut-être ceci pourrait-il être employé quelquefois dans les campagnes géodésiques ou météorologiques.

M. le Dr FOVEAU DE COURMELLES

A Paris.

DE QUELQUES PHÉNOMÈNES ÉLECTRIQUES DANS LE SAHARA

[537.40]

— Séance du 6 août 1897 —

Les frottements aériens ou siliceux, si fréquents dans le Sahara, grâce au sirocco, doivent développer — on le comprend *à priori* — de l'électricité statique. La station de Biskra, dont les succès thérapeutiques sont connus, devrait ces succès à cette production électrique, et nos études sur l'ozone atmosphérique les justifient. Voici, du reste, un certain nombre de phénomènes, dans cet ordre d'idées, observés plusieurs années durant par mon beau-frère, M. Fernand Wegler, dans l'extrême sud de l'Algérie et le Sahara.

« En août 1895, m'écrit-il, nous revenions de Ouargla, nous dirigeant vers Ghardaïa, nous nous trouvions, avec une partie de l'escadron de spahis sahariens, dans les environs du pont de Zelfana, sur l'Oued M' Zab, endroit très sablonneux. C'était vers 5 heures du soir, la journée avait été accablante de chaleur, lorsque tout à coup le ciel devint noir, de gros nuages roulaient à peu de distance du sol ; le vent et la pluie faisaient rage ; la tourmente était telle, que de gros cailloux se détachaient du sol pour suivre l'ouragan sous l'influence du vent.

« Ne pouvant continuer notre route, nous nous couchâmes enveloppés dans nos burnous. Au bout de deux heures, le temps étant moins mauvais, nous nous levâmes ainsi que nos mehara (dromadaires coureurs), lesquels s'étaient couchés le nez au vent et la tête reposée sur le sol. Lorsque tout le monde fut debout, j'aperçus au bout de la croix que forme le pommeau de la selle des mehara, un point lumineux, ressemblant assez à une phosphorescence violette : échappement par une pointe de fluide électrique. Bientôt, par un mouvement involontaire, je *levai en l'air* mon bâton en bois ordinaire qui me servait à frapper mon mehari, et au bout de ce

bâton, une nouvelle phosphorescence se produisit, c'était une sorte de flamme bleue assez semblable à une flamme d'alcool. En agitant ce bâton dans tous les sens; la flamme suivait et semblait être un éclair zébrant l'obscurité. En baissant le bâton de plus en plus, la flamme diminuait, puis s'éteignait bientôt. L'expérience fut renouvelée par tous les hommes avec le même succès, et l'un des spahis agitant son sabre, eut une flamme plus longue et plus vive.

« Peu après, un éclair très violent et très intense, rare même en ces régions, sillonna les nues et éblouit, paralysant la vision, la plupart des hommes, pendant une heure environ.

« La quantité d'électricité, par les temps de sirocco violent, est telle, qu'un rien la décèle. Le burnous de laine fait alors entendre, au moindre mouvement, un crépitement d'étincelles analogue au bruit d'un verre mince que l'on briserait. Si l'on passe la main à la surface, on ressent de véritables commotions électriques dont la répétition devient bientôt très douloureuse dans l'articulation du coude. Les tentes elles-mêmes sont électrisées, et si l'on en effleure la toile avec les cheveux, on éprouve la sensation très nette, sur le crâne et sur la nuque, du vent électrostatique, absolument identique à la douche médico-franklinienne.

« Par ces temps de frottements intenses des molécules siliceuses les unes sur les autres, au contact du sirocco, tout s'électrise. Les animaux eux-mêmes deviennent pour ainsi dire des condensateurs : au moindre contact, à la friction sur le corps d'un dromadaire par exemple, on produit des étincelles, des craquements et des commotions d'intensité variable, le plus souvent assez sensibles.

« L'odeur d'ozone se perçoit surtout pendant que souffle le sirocco et disparaît avec lui. »

Il nous a paru intéressant — la question de l'électricité atmosphérique étant à l'ordre du jour — de signaler ces faits non encore rapportés par les voyageurs, ni les observateurs, et vus en des régions peu ou point explorées.

M. le Dr H. BORDIER

Chef des travaux de Physique biologique, Chargé des fonctions d'agrégé de Physique à la Faculté de médecine de Lyon.

MESURE COMPARATIVE DE LA CONDUCTIBILITÉ CALORIFIQUE DES TISSUS DE L'ORGANISME [536.211]

— *Séance du 7 août 1897* —

Le corps de l'homme peut être assimilé au point de vue thermique à une masse médiocrement conductrice contenant un corps chaud dont la température est à peu près constante : ce milieu intérieur n'est autre que le sang. Si on considère une région cutanée en dessous de laquelle passe un gros vaisseau, la température de cette région pour une même composition des tissus sous-jacents, sera d'autant plus élevée que le vaisseau sera plus rapproché de la peau : la valeur de la température locale d'une région obéit par suite au problème du mur de Fourier.

La proximité des gros vaisseaux sanguins est donc l'un des facteurs qui font varier d'un point à un autre la température périphérique de l'homme et des animaux. Mais il est un autre facteur, non moins important dont il faut tenir compte dans la valeur de la température locale des différents points du corps : c'est la *conductibilité* calorifique des *tissus* placés entre le milieu sanguin à température constante et la surface cutanée.

Pour une même épaisseur de tissu compris entre un gros vaisseau et la peau, la température locale cutanée peut présenter différentes valeurs suivant que le ou les tissus interposés ont une conductibilité calorifique plus ou moins grande. L'expérience de tous les jours nous apprend que cette conductibilité est médiocre : lorsqu'on applique un cautère thermique (pointes de feu) sur la peau d'un malade, le tissu est détruit au point touché, mais les parties voisines restent à la température qu'elles avaient avant l'application. Il en est de même dans la réfrigération locale : lorsqu'on projette par exemple

sur la peau un jet de chlorure de méthyle, il n'y a que les points directement intéressés qui subissent l'effet réfrigérant. (Dans l'un et l'autre cas, les actions vasomotrices intenses que l'on observe consécutivement ne sont pas le résultat d'un phénomène de conductibilité et ne doivent pas nous occuper ici.)

Malgré l'intérêt que présente au point de vue physique la connaissance de la conductibilité calorifique relative des différents tissus de l'organisme, il existe peu de travaux entrepris dans ce sens et ceux que l'on trouve dans les traités spéciaux ne sont pas à l'abri de toute critique.

En 1870. Greiss a essayé de mesurer la conductibilité des tissus par la méthode suivante qui rappelle un peu celle de Sénarmont pour les cristaux Il disposait des morceaux de cire à la surface du tissu étudié ; au centre de chaque fragment il plaçait une source de chaleur, puis il notait le temps écoulé jusqu'au moment de la fusion de la cire.

Ce procédé est bien défectueux et l'on peut même s'étonner que cet auteur soit parvenu à obtenir quelques résultats (1).

Plus récemment Landois a fait des expériences sur cette difficile question.

Voici comment il opérait :

Les différents tissus étaient appliqués en couche d'égale épaisseur sur un tube à essai à parois minces rempli *d'eau maintenue à la température de l'ébullition ;* la surface extérieure de chaque fragment avait été enduite de paraffine et l'on attendait que la fusion de cette paraffine s'opérât. Le temps employé à ce changement d'état mesurait la conductibilité des différents tissus.

Ainsi c'est contre un corps à 100 degrés que Landois appliquait les tissus à étudier !

Il y a là un grave inconvénient : les albuminoïdes constituant ces tissus sont dans ces conditions coagulés par la chaleur et il en résultait fatalement une profonde modification physique et chimique produisant une perturbation considérable dans la conductibilité calorifique que l'on se proposait de rechercher. Cette coagulation se produisait d'ailleurs d'autant plus sûrement que le corps dont on attendait la fusion, la paraffine, a une température de fusion très élevée variant de 50 à 60 degrés suivant les échantillons.

Trouvant cette méthode bien imparfaite, nous avions dès 1893, avec la collaboration de H. Chevallier, alors préparateur au laboratoire de

(1) *Traité de Physiologie humaine de Landois*, p. 384.

physique médicale de la Faculté de Bordeaux où nous étions nous-même. et à l'instigation de M. le professeur Bergonié, cherché à comparer entre elles les conductibilités des divers tissus.

Nous avions essayé de nous mettre au moins à l'abri des causes d'erreur précédemment signalées. Mais nos résultats n'ont pas été assez nets pour que nous les publiions.

Désirant aboutir à une solution définitive de cette question, j'ai repris cette étude en utilisant une méthode très suffisamment exacte pour arriver à des résultats constants et qui n'est pas exposée à mériter les critiques que l'on peut adresser très judicieusement à celle de Fourier et à celle de Péclet.

Dans l'une et dans l'autre de ces méthodes la température des deux faces de la substance étudiée était mal déterminée, car Fourier (1) utilisait du mercure et Péclet (2) se servait de l'eau comme corps de contact ; un thermomètre placé dans ces liquides en indiquait la température. Or on sait que la chaleur se propage dans les liquides non seulement par conductibilité, mais encore et surtout par convection ; le thermomètre ne pouvait donc pas donner la température des faces d'entrée et de sortie du flux calorifique à travers la substance.

Les résultats de Péclet, postérieurs à ceux de Fourier, ont cependant fait autorité pendant longtemps, même dans le cas des métaux.

La méthode à laquelle nous nous sommes arrêté permet de connaître exactement la température des deux faces du tissu étudié, lorsque le régime permanent est établi. Le principe de cette méthode est le suivant : on prend une barre cylindrique de cuivre rouge composée de deux segments ; entre les segments, on interpose le tissu dont on veut faire une mesure comparative de la conductibilité et dont on a soin de prendre un fragment cylindrique de faible épaisseur, toujours la même, avec un diamètre égal à celui de la barre. Dans ces conditions, si l'on élève la température de l'un des segments métalliques, la propagation de la chaleur tendra à se faire par conductibilité vers l'autre segment de cuivre à travers le tissu interposé.

Pour avoir les deux températures θ_1 et θ_2 des deux faces du tissu, on détermine les températures t_1 et t_2 correspondant à deux points voisins de l'extrémité du premier segment et peu distants l'un de l'autre, puis les températures t_3 et t_4 correspondant à deux points du

(1) Fourier, *Annales de Chimie et de Phys.*, t. 37, p. 291.
(2) Péclet, *Annales de Chimie et de Phys.*, 2e sér., t. 2, p. 107.

deuxième segment métallique voisins aussi de l'extrémité appliquée contre le tissu interposé.

Comme la variation de température le long d'une barre métallique se fait suivant une ligne droite lorsque la longueur considérée n'excède pas deux à trois centimètres, ainsi que le montrent nettement les recherches récentes de MM. Van Aubel et Paillot (Archives des sciences physiques et naturelles de Genève, février 1895), on peut calculer θ_1 et θ_2 à l'aide des triangles semblables $a\,c\,a'$ et $b\,c\,b'$, d'une part, et des triangles $d\,f\,d'$ et $e\,f\,e'$ d'autre part.

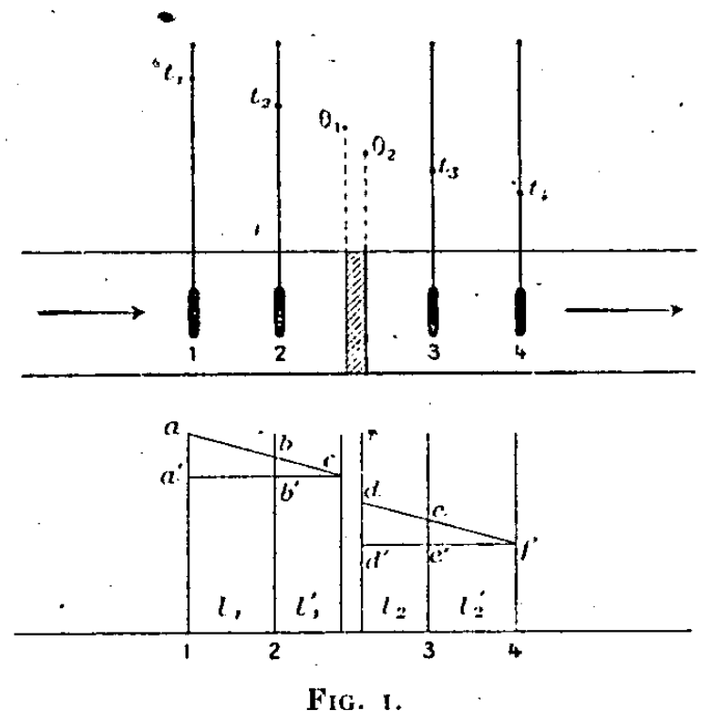


FIG. 1.

Pour le calcul de θ_1, on a, en désignant par l_1 et l'_1 les distances $a'\,b'$ et $b'\,c$ (*fig. 1*).

$$\frac{a\,a'}{b\,b'} = \frac{l_1 + l'_1}{l'_1}$$

Remarquons que $a\,a' = t_1 - \theta_1$ et $b\,b' = t_2 - \theta_1$ et l'égalité précédente devient

$$\frac{t_1 - \theta_1}{t_2 - \theta_1} = \frac{l_1 + l'_1}{l'_1}$$

ou

$$\frac{t_1 - t_2}{t_2 - \theta_1} = \frac{l_1}{l'_1}$$

d'où

$$\theta_1 = t_2 - \frac{l'_1}{l_1}(t_1 - t_2)$$

Pour calculer θ_2 on peut poser de même

$$\frac{d\,d'}{e\,e'} = \frac{l_2 + l'_2}{l'_2}$$

ou

$$\frac{\theta_2 - t_3}{t_3 - t_4} = \frac{l_2 + l'_2}{l'_2}$$

d'où

$$\theta_2 = t_4 + \left(1 + \frac{l_2}{l'_2}\right)(t_3 - t_4)$$

On obtient ainsi les températures θ_1 et θ_2 des deux faces du tissu étudié.

L'appareil qui nous a permis d'appliquer cette méthode se compose d'une étuve en cuivre à température constante contenant de l'eau surmontée d'une couche d'huile de vaseline pour empêcher l'évaporation ; un régulateur de température R règle l'arrivée du gaz dans le brûleur B situé au-dessous d'un thermosiphon S.

A cette étuve est brasée perpendiculairement à une des arêtes une barre de cuivre rouge nickelé de douze centimètres de longueur et de 17,7 millimètres de diamètre, ce qui correspond à une section de 246 millimètres carrés.

Deux petits puits ont été forés dans chacune des barres et sont surmontés d'un petit tube de cuivre rouge de même diamètre : on a versé dans ces puits un peu de mercure de façon à entourer les réservoirs des thermomètres sensibles qui y sont placés. Les axes de puits sont distants l'un de l'autre de 17 millimètres et l'axe du puits le plus voisin de l'extrémité de chaque barre en est distant de 10 millimètres (*fig. 2*).

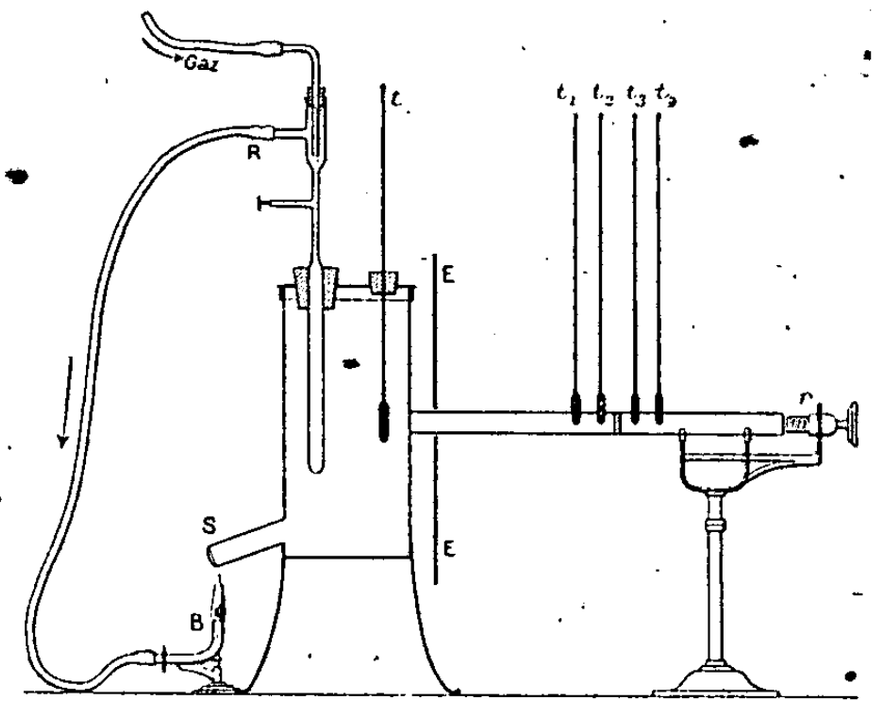


FIG. 2.

Le segment mobile est supporté par deux demi-anneaux en liège qui est comme on sait un corps mauvais conducteur de la chaleur. Enfin un ressort à boudin r permet d'appliquer la deuxième barre contre la première par l'intermédiaire du tissu, *toujours avec la même pression ;* ce ressort a été choisi tel que la pression supportée par la rondelle de tissu interposé soit faible, de manière à ce que celui-ci conserve sa contexture naturelle. Lorsque l'extrémité antérieure de la barre mobile de cuivre est distante de 1 millimètre de la barre fixe, la pression exercée par le ressort est de vingt grammes : la section étant de 246 millimètres carrés, on voit que la valeur de la pression est de 81 milligrammes par millimètre carré.

Enfin, un écran E en carton empêche le rayonnement de l'étuve de s'exercer sur le système à travers lequel se fait la propagation de la chaleur.

Par ce dispositif les conditions énoncées plus haut sont donc bien remplies.

Pour que toutes les déterminations fussent comparables, il était indispensable que l'enceinte dans laquelle l'appareil était placé restât à une température constante ; nous avons obtenu ce desideratum en opérant dans les caves de la Faculté de Médecine, dont la température ne varie pour ainsi dire pas.

Le point le plus délicat de ces expériences était la préparation des rondelles de tissu à interposer entre les 2 barres : nous nous sommes attaché à prendre tous les tissus sous l'épaisseur constante de 1 millimètre.

Le cuivre étant recouvert d'une couche mince de nickel, le contact des tissus organiques ne produisait aucune altération de la substance, comme cela aurait eu lieu si le cuivre avait été nu.

L'application de la barre mobile sur la rondelle organique s'est toujours très bien faite, grâce à la plasticité humide du tissu.

On a recommencé pour chaque catégorie de tissu deux à trois fois l'expérience. Le temps nécessaire à la production de l'état permanent dans le système était de 30 à 50 minutes : on reconnaissait d'ailleurs que cet état était obtenu à la fixité des colonnes mercurielles dans les deux thermomètres de la barre mobile.

Pour bien préciser la méthode que nous avons imaginée, donnons un exemple numérique pour un des tissus expérimentés, pris parmi les nombreuses déterminations faites et inscrites sur notre registre d'expériences.

Tissu tendineux. — Nous avons choisi les tendons très volumineux des muscles demi-membraneux et demi-tendineux près de l'articulation tibio-fémorale. La section se fait assez facilement lorsqu'on immobilise le fragment de tendon. La rondelle de 1 millimètre une fois placée entre les barres, l'état permanent s'établit après 45 minutes. Les thermomètres marquent à ce moment :

$$t_1 = 42°\,6 \quad | \quad t_3 = 31°\,6$$
$$t_2 = 42°\,4 \quad | \quad t_4 = 31°\,5$$

La température de l'enceinte est de 21°.

Pour calculer θ_1 et θ_2, on a les formules

$$\theta_1 = t_2 - \frac{10}{17}(t_1 - t_2) = 42°\,4 - \frac{10}{17} \times 0°2 = 42°\,29$$

$$\theta_2 = t_4 + \frac{27}{17}(t_3 - t_4) = 31°\,5 + \frac{27}{17} \times 0{,}1 = 31°\,65$$

Par suite $\theta_1 - \theta_2 = 10°64$.

Si on résume les résultats numériques obtenus dans toutes les expériences on a le tableau suivant :

Désignation des tissus.	$\theta_1 - \theta_2$
Tissu osseux (substance spongieuse)	4° 61
— musculaire (section perpendiculaire)	7° 24
Caillot sanguin (après 24 heures)	7° 54
Tissu musculaire (section parallèle)	8° 26
— tendineux	10° 64
— cartilagineux	11° 54
— adipeux	14° 79

On pourrait évidemment se contenter des valeurs respectives de $\theta_1 - \theta_2$ contenues dans le tableau qui précède pour avoir une idée relative des conductibilités calorifiques des divers tissus étudiés. Mais il nous a paru intéressant de déterminer en même temps, et dans les mêmes conditions, la différence de température $\theta_1 - \theta_2$ correspondant aux faces d'entrée et de sortie du flux calorifique se propageant à travers une couche d'air de même épaisseur, c'est-à-dire de 1 millimètre. Pour cela, la barre de cuivre mobile a été placée sur ses supports de manière à ce que la distance comprise entre les 2 bases des 2 cylindres soit exactement égale à 1 millimètre. La température ambiante étant de 21° comme dans les expériences précédentes, on a obtenu pour la différence $\theta_1 - \theta_2$ calculée comme précédemment la valeur 20° 5. Grâce à la connaissance de ce nombre relatif à l'air, il est possible de chercher à rapporter la conductibilité des différents tissus à celle d'une couche d'air de même épaisseur.

La différence de température correspondant aux deux faces d'une couche de substance à travers laquelle se fait la propagation de la chaleur étant, une fois le régime permanent établi, d'autant plus grande que la substance est moins bonne conductrice, on peut dire que la différence $\theta_1 - \theta_2$ est inversement proportionnelle à la conductibilité de chaque tissu. Si on désigne par c la conductibilité de l'air et par c' celle d'un tissu donné, on a

$$\frac{c'}{c} = \frac{\theta_1 - \theta_2}{\theta_1' - \theta_2'}$$

la conductibilité d'un tissu rapportée à celle de l'air prise pour unité est donnée par le quotient de la différence $\theta_1 - \theta_2$ observée pour la couche d'air par la différence $\theta'_1 - \theta_2'$ observée pour le tissu considéré, dans les mêmes conditions d'épaisseur, de température ambiante, etc.

En faisant les quotients pour chacun des tissus étudiés, on obtient les valeurs suivantes résumées dans le tableau ci-dessous :

	$\frac{c'}{c}$
Air	1
Tissu osseux (substance spongieuse)	4.45
— musculaire (perpendiculaire)	2.83
Caillot sanguin (24 h)	2.71
Tissu musculaire (parallèle)	2.48
— tendineux	1.92
— cartilagineux	1.85
— adipeux	1.38

Ainsi donc, que l'on évalue la conductibilité par les valeurs $\theta_1 - \theta_2$ observées pour chaque tissu, ou par le nombre abstrait $\frac{c'}{c}$, on voit en premier lieu que la conductibilité du muscle est plus grande lorsque la chaleur se propage *dans le sens même des fibres* que lorsqu'elle se propage *perpendiculairement* à ces mêmes fibres.

Une seconde remarque qui se dégage de ces recherches, c'est que le caillot sanguin, quoique occupant un bon rang dans la liste des conductibilités, n'est pas, après les os, contrairement à l'affirmation de Landois, le meilleur conducteur de la chaleur.

D'ailleurs, il n'y a pas que ce tissu qui occupe dans nos résultats une place différente de celle assignée par Landois.

Il faut probablement mettre sur le compte de la méthode utilisée par cet expérimentateur le grand écart entre ses résultats et les nôtres. Les tissus exposés, comme il le faisait, à une température de 100° subissaient une véritable coction qui les modifiait profondément au point de vue de leur conductibilité calorifique. Il n'est donc pas surprenant que cet auteur soit arrivé à des conclusions presque diamétralement opposées à celles qui se dégagent de nos recherches faites dans des conditions se rapprochant beaucoup de celles qui existent dans l'organisme vivant, c'est-à-dire à des températures comprises entre 35° et 40° centigrades.

M. le Dr H. BORDIER

Chef des travaux de Physique biologique à la Faculté de médecine de Lyon.

NOUVELLE ÉCHELLE OPTOMÉTRIQUE DÉCIMALE POUR LA MESURE DES ACUITÉS VISUELLES PHYSIOLOGIQUES

[535.736]

— Séance du 7 août 1897 —

Lorsqu'on place une échelle optométrique ordinaire à un bon éclairement, et qu'en face de cette échelle on met un œil emmétrope ou rendu tel, dont la rétine est saine, on constate qu'il lit sans peine

les petits caractères à la distance indiquée (5 ou 6 mètres suivant les modèles).

Si on cherche la distance maxima à laquelle cet œil peut, à l'éclairage du grand jour, lire encore la ligne des plus petites lettres de cette échelle, on trouve le plus habituellement une valeur de 8, 10 et 12 mètres. Ce qui veut dire que l'acuité de cet œil est supérieure, et de beaucoup, à l'acuité réputée normale et prise pour unité.

Il existe, comme on sait, deux méthodes pour mesurer l'acuité visuelle : la première consiste à présenter à l'œil examiné des caractères qui, à la distance d, sont vus sous l'angle de 5 minutes et à chercher la distance d' à laquelle cet œil doit se placer pour distinguer nettement ces caractères. Le rapport $\frac{d'}{d}$ de ces deux distances fournit la mesure de l'acuité.

La deuxième méthode, plus employée, consiste au contraire à laisser la distance fixe pour tous les yeux et à présenter à l'œil examiné des caractères de grandeur variable. Soit h la hauteur des caractères qui sont vus à la distance convenue, par exemple, 5 mètres, sous l'angle de 5 minutes, et soit h' la grandeur des caractères les plus petits que l'œil examiné peut distinguer : l'acuité cherchée a pour valeur le rapport $\frac{h}{h'}$.

La première méthode peut évidemment fournir la mesure exacte de l'acuité d'un œil physiologique, mais elle exige avec les échelles ordinaires que l'on possède une pièce ayant 10 à 12 mètres de longueur au moins, ce qui n'est pas toujours possible. Il faut recourir alors à la seconde méthode ; or, la plupart des échelles actuellement en usage ne permettent pas, avec cette deuxième méthode, de mesurer l'acuité visuelle d'un œil sain, lorsqu'on est placé dans les conditions requises d'un bon éclairement. En effet, si le sujet lit la ligne des plus petits caractères de l'échelle employée, on pourra dire qu'il a une acuité au moins égale à 1, mais on ne saura pas de combien son acuité dépasse cette acuité unité.

C'est précisément pour pouvoir mesurer commodément les acuités visuelles physiologiques, c'est-à-dire supérieures à l'acuité prise pour unité, que j'ai construit l'échelle que je présente et dont voici une reproduction lithographique.

Cette échelle fait connaître les valeurs des acuités en fractions décimales, comme l'échelle du professeur Monoyer, depuis la valeur 1,1 jusqu'à la valeur 2,4 en passant par les nombres 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,8; 2. Il y a ainsi neuf lignes superposées qui sont présentées à l'œil examiné à la distance fixe de 5 mètres.

L'épaisseur des traits de chaque lettre est exactement le cinquième de la hauteur. Les dimensions des caractères de chaque ligne ont été calculées de manière à ce que l'œil placé à 5 mètres de l'échelle ait la même acuité que si, visant la ligne des caractères qui, à cette distance, sont vus sous l'angle de 5 minutes, par exemple la première ligne de l'échelle du professeur Monoyer, l'œil en était distant successivement de

1re ligne.	5m,50	6e ligne.....	8m.
2e —	6 »	7e —	9
3e —	6 50	8e —	10
4e —	7 »	9e —	12
5e —	7 50		

Cette échelle donne donc la mesure de l'acuité visuelle d'un œil de la même manière que si l'on faisait reculer progressivement le sujet depuis 5 mètres jusqu'à 12 mètres, tout en conservant la distance de 5 mètres constante. On conçoit, sans qu'il soit utile d'insister, les avantages que présente cette échelle décimale, pour faire exactement la mesure de l'acuité physiologique.

Il y a cinq lettres seulement dans chaque ligne, mais la détermination de l'acuité est aussi précise que s'il y avait un plus grand nombre d'objets-types, ainsi que l'ont reconnu Landolt, Badal, pour ne citer que ces deux éminents ophtalmologistes ; ce petit nombre de lettres a, de plus, l'avantage de rendre la recherche de l'acuité très rapide.

Pour la forme des lettres, j'ai préféré les caractères latins aux caractères antiques, parce que leur disposition générale un peu plus compliquée, peut donner lieu, de la part du sujet examiné, à des confusions, grâce auxquelles il est possible de préciser le moment où les caractères ne sont plus nettement distingués.

Cette échelle décimale, outre l'avantage qu'elle présente, pour des mesures précises, de donner la valeur limite exacte de l'acuité, ne mérite pas les critiques adessées très judicieusement aux échelles typographiques. Les lettres ont été dessinées avec le plus grand soin et l'épaisseur des traits a été obtenue en divisant le carré dans lequel chaque lettre est inscrite en vingt-cinq petits carrés égaux ; il en résulte que l'angle sous lequel chaque trait est vu, à 5 mètres, est bien cinq fois plus petit que celui qui correspond à la hauteur.

A 5 MÈTRES

L	V = 1,1
K	V = 1,2
T	V = 1,3
S	V = 1,4
L	V = 1,5
F	V = 1,6
C	V = 1,8
H	V = 2
Z	V = 2,4

Premières lettres de chaque ligne.

J'ai d'ailleurs fait la vérification de cette échelle de la façon suivante : on a déterminé l'acuité visuelle de plusieurs sujets : 1° en leur présentant la ligne des plus petits caractères de l'échelle Monoyer et en cherchant la plus grande distance correspondant encore à la vision nette de ces caractères ; 2° en leur présentant la nouvelle échelle décimale à la distance fixe de 5 mètres. Les résultats ont toujours été parfaitement concordants dans chaque cas.

Etant donné que l'acuité physiologique, dans de bonnes conditions d'éclairement de l'échelle, est toujours plus grande que celle réputée normale, cette échelle comble, il me semble, une véritable lacune. Indépendamment de la facilité qu'elle offre de fournir la valeur limite de l'acuité visuelle, elle permet de faire la mesure des amétropies, par la méthode de Donders, beaucoup plus exactement que cela n'a lieu avec les échelles ordinaires qui donnent tout au plus V = 1. Supposons, en effet, un œil myope ayant réellement une acuité égale à 1,6, et placé devant une échelle ordinaire. On cherche à déterminer son degré d'amétropie en faisant passer devant lui des verres de plus en plus puissants ; il arrive un moment où il peut lire les caractères de la dernière ligne qui correspond à V = 1. Le verre qui a produit ce résultat est considéré comme représentant le degré de myopie de l'œil, puisque la lentille interposée a procuré à l'œil l'acuité normale, ou plutôt estimée telle. Il n'en est rien ; en effet, puisque cet œil possède une acuité de 1,6, le verre qui vient d'être pris comme mesure de l'amétropie est *trop faible ;* il a pu donner à l'œil l'acuité 1, mais pas du tout son acuité propre 1,6.

Si, par contre, on cherche le degré d'amétropie en utilisant mon échelle décimale, on trouve une valeur plus forte, car pour arriver à procurer à cet œil son acuité réelle, il a fallu prendre un verre ayant un pouvoir dioptrique plus fort que précédemment.

Ces considérations doivent suffire pour établir l'utilité de cette nouvelle échelle décimale qui est aussi indispensable aux ophtalmologistes que les autres échelles employées couramment dans la pratique.

M. Georges LE CADET

Attaché à l'Observatoire de Lyon, à Saint-Genis-Laval (Rhône).

ÉTUDE DU CHAMP ÉLECTRIQUE DE L'ATMOSPHÈRE

[537.41

— *Séance du 7 août 1897* —

Le fait de l'électricité atmosphérique est celui-ci : il existe à tout instant une différence de potentiel entre un point extérieur de l'atmosphère libre et le sol. Cette différence de potentiel mesurée en un même point est soumise à des variations régulières et irrégulières. Les variations régulières se manifestent surtout par beau temps : elles ont un caractère de périodicité diurne et annuelle analogue à celui de tous les phénomènes météorologiques. Les variations irrégulières accompagnent les troubles de l'atmosphère et leur amplitude, en rapport avec l'intensité des perturbations, atteint son maximum au moment des précipitations et des décharges brusques entre les nuages et le sol.

Le fait que des échanges électriques ont lieu entre diverses portions de l'atmosphère prouve que cette atmosphère peut contenir des masses électriques qui, dans certaines conditions, se distribuent inégalement, s'agglomèrent dans des espaces limités, jusqu'à ce que l'équilibre brusquement rompu se rétablisse par les décharges visibles et bruyantes qui caractérisent l'orage ou par les décharges lentes des précipitations.

L'état d'équilibre correspond-il à la neutralisation *complète* de masses électriques de signes différents qui seraient séparées dans l'atmosphère pendant le développement de l'orage ? Apparemment non, puisqu'un certain état électrique subsiste et se modifie périodiquement quand le temps est redevenu calme, le ciel serein.

Quel est donc cet état d'équilibre électrique ; comment et par quoi est-il réalisé, c'est-à-dire de quelles masses électriques et de quelle distribution de ces masses est-il le résultat ? Tel est le problème à résoudre avant de rechercher l'origine même de l'électricité naturelle et la cause de ses fluctuations.

La solution théorique complète de ce problème résulterait de l'application du théorème de Green qui donne la somme des masses contenues dans une portion limitée d'un champ électrique, en fonction des dérivées du potentiel prises suivant trois axes rectangulaires tout autour de l'espace élémentaire considéré. Mais, outre que les mesures simultanées de toutes ces dérivées présenteraient des difficultés pratiques insurmontables, on peut trouver une simplification considérable, dans l'application de ce principe, en se servant des données recueillies à la surface du sol.

Les données que nous possédons concernent les faits constants établis par l'observation dans un rayon *peu étendu* tout autour d'un point déterminé de la surface terrestre. Ces faits sont les suivants :

1° Par beau temps, ciel serein, air calme et limpide, le potentiel électrique, à peu près uniforme au même instant sur toute la surface terrestre formée de substances conductrices, croît avec la hauteur libre au-dessus de cette surface :

2° Si l'on ne considère que le premier élément de la variation du potentiel, cette variation $\left(\frac{dV}{dn} = \frac{\text{volt.}}{\text{mèt.}}\right)$ qui représente la force ou l'intensité du champ électrique terrestre, varie autour des différents accidents de la surface proportionnellement à la densité d'une charge négative distribuée sur le sol conformément aux lois de l'équilibre électrostatique.

En sorte que la surface de la terre peut être considérée comme une surface équipotentielle et que, tout au moins au-dessus d'une portion peu étendue de cette surface ne comportant que de faibles dénivellations, les surfaces de niveau, concentriques au globe, sont horizontales et les lignes de force verticales.

Il suffit, par conséquent, d'envisager un tube de force du champ terrestre et de mesurer l'intensité du champ sur deux sections de ce tube pour déterminer la quantité et le signe des masses influentes comprises entre les deux sections considérées ; soit entre le sol et une surface de niveau à une hauteur quelconque dans l'atmosphère. D'après la formule

$$\left(\frac{dV}{dn}\right)_h - \left(\frac{dV}{dn}\right)_{sol} = -4\pi M,$$

la somme algébrique M des masses comprises dans la hauteur h d'atmosphère explorée sera négative, positive ou nulle, suivant que l'intensité du champ sera plus forte, plus faible ou la même que sur le sol inférieur plan.

L'intensité du champ dépendant de la configuration du sol au voisinage duquel on la mesure, l'étude de sa variation avec la hauteur exige que les mesures soient faites dans l'atmosphère libre et dans des conditions telles que les surfaces de niveau soient le moins possible déformées par l'appareil expérimental. Cela nécessite l'emploi d'aérostats libres qui, médiocrement conducteurs, ne déforment pas sensiblement les surfaces de niveau à quelque vingt mètres au-dessous de la nacelle.

Dans ces conditions, deux conducteurs de faible capacité et de longueurs différentes, munis à leur extrémité inférieure d'égaliseurs de potentiel (écoulements d'eau ou mèches fusantes), étant suspendus à la nacelle d'un ballon et reliés aux deux bornes d'un électromètre différentiel isolé, la déviation des feuilles de l'électromètre mesure la différence de potentiel entre les deux conducteurs maintenus en équilibre de potentiel avec deux surfaces de niveau distantes de 1 mètre par exemple.

Cette mesure effectuée à différentes hauteurs détermine la loi de succession des surfaces équipotentielles, c'est-à-dire la loi de variation de l'intensité du champ d'où se déduit si l'on veut la densité électrique des charges d'influence développées sur une surface conductrice étendue horizontalement à une hauteur quelconque dans l'atmosphère libre.

Il me paraît superflu de décrire ici les dispositifs expérimentaux avec lesquels on a poursuivi, dans cette voie, l'étude de la variation du champ avec la hauteur. Il me suffira de donner le tableau des résultats obtenus, en rappelant que mes expériences personnelles sont la conséquence des études préliminaires et de la tentative malheureuse faites en 1892 par M. Ch. André et auxquelles il m'avait fait l'honneur de m'associer.

LECHER.....	Vienne	6 juin 1885	Champ croissant : sol $\left(\frac{V}{m}=92\right)$; 550^m $\left(\frac{V}{m}=193\right)$.
TUMA.....	Vienne	15 sept. 1892	Champ croiss^t : de 410^m $\left(\frac{V}{m}=40\right)$ à 1.900^m $\left(\frac{V}{m}=70\right)$.
LE CADET..	Paris..	1 août 1893	Champ décrois^t : de 615^m $\left(\frac{V}{m}=75\right)$ à 1.300^m $\left(\frac{V}{m}=33\right)$.
LE CADET..	Paris..	9 août 1893	Champ décrois^t : de 824^m $\left(\frac{V}{m}=37\right)$ à 2.520^m $\left(\frac{V}{m}=16\right)$, non mesurable vers 2.600.
BORNSTEIN.	Berlin.	18 août 1893 29 sept 1893	Champ décrois^t ; n'est plus mesurable au-dessus de 3.000 mètres (jusqu'à 4.000 mètres).
BASCHIN....	Berlin.	17 févr. 1894	Champ décroissant ; du sol $\left(\frac{V}{m}=130\right)$ à 3.000 mèt. où il n'est plus mesurable.
LE CADET..	Lyon..	24 mars 1897	Champ décrois^t ; du sol $\left(\frac{V}{m}=118\right)$ à 1.500^m $\left(\frac{V}{m}=30\right)$.

Les observations de *Lecher*, ne comportant que 3 mesures autour de 550 mètres et une mesure sur le sol, n'établissent pas un resserrement, continu des surfaces de niveau. Celles de *Tuma*, au contraire, montrent un champ régulièrement croissant jusqu'à la hauteur atteinte de 1.900 mètres.

Les autres observations faites dans des conditions expérimentales différentes, indiquent un champ décroissant, tendant à s'annuler vers 3.000 mètres.

Mes dernières mesures effectuées à l'aide d'un dispositif différent des précédents, mais se rapprochant de celui de Tuma (à la nature du collecteur près), confirment la décroissance et la montrent surtout rapide dans la couche voisine du sol.

La discussion des expériences ne révèle d'ailleurs aucune raison de supposer que les résultats obtenus par M. Tuma soient entachés d'erreur.

Il est à peine besoin d'ajouter que, quoique la distribution de la vapeur d'eau n'ait pas été la même dans tous les cas, elle a cependant toujours montré le maximum de tension dans les couches basses ; le ciel étant d'ailleurs serein ou peu nuageux.

On se trouve donc en présence de résultats contradictoires si l'on entend avec Exner que ces mesures déterminent le signe unique et invariable d'une électrisation spécifique de la vapeur d'eau.

En ne considérant d'abord que les mesures prises au-dessous de 2.000 mètres, on est simplement autorisé à conclure en premier lieu que : *la somme algébrique des masses comprises dans cette épaisseur de l'atmosphère inférieure est positive dans la plupart des circonstances, négative et peut être nulle dans d'autres, mais dans tous les cas numériquement inférieure à l'excès négatif dont la valeur toujours positive du champ implique l'existence à la surface du sol.*

En considérant maintenant les mesures poursuivies au-dessus de 2.000 mètres, on voit qu'à des époques différentes de l'année, c'est-à-dire dans des circonstances atmosphériques vraisemblablement différentes, le champ a toujours cessé d'être mesurable autour de 3.000 mètres ; manifestant par ce fait l'existence, à une altitude évidemment supérieure à 3.000 mètres, d'une zone neutre où la somme des masses comprises dans l'atmosphère inférieure fait équilibre à l'excès négatif répandu sur le sol.

D'ailleurs, les observations de champ croissant n'ont été faites que jusqu'à 1.900 mètres et rien n'autorise à penser que l'accroissement se fût maintenu si l'on eût poursuivi les observations à de plus grandes hauteurs. Si l'on remarque que les valeurs observées vers 1.900 mètres, sont de l'ordre de grandeur de celles que l'on a mesurées sur le sol ou à une faible hauteur dans le cas de champ décroissant, et que dans ce cas le taux de la décroissance entre 2.000 mètres et le sol a été assez variable, en certains points même nul, on admettra, au contraire, comme très probable qu'une diminution se fût manifestée au-dessus de 2.000 mètres pour aboutir dans tous les cas à une zone neutre.

On pourrait même invoquer, en faveur de la décroissance normale du champ et de l'existence d'une zone neutre autour de 4.000 ou 5.000 mètres, l'ancienne observation de de Saussure sur le Mont-Blanc (où le champ se montra, par beau temps, plus faible qu'il ne l'est habituellement dans les plaines découvertes) ; et aussi, les observations simultanées de Palmieri

à Naples (57m) et sur le Vésuve (637m); celles du P. Denza à Moncalieri (259m) et au Petit Saint-Bernard (2160m), qui établissent « que la tension électrique, dans les conditions normales de l'atmosphère, diminue avec l'altitude ».

On peut aussi conclure, en second lieu, que : *tout se passe comme si l'atmosphère inférieure était le siège de masses électriques de signes contraires dont l'excès positif ferait normalement équilibre à la couche négative du sol, à une hauteur moyenne qui, sous nos latitudes, est vraisemblablement voisine de 4.000 mètres.*

D'ailleurs, en l'absence de mesures du champ au-delà de 4.000 mètres, on doit déduire d'autres considérations l'état électrique des couches supérieures.

Ainsi, on a supposé, pour l'explication des phénomènes auroraux et plus généralemement de certains phénomènes lumineux des hautes régions, l'existence de masses négatives accumulées dans ces régions et jusqu'aux confins de l'atmosphère. Cette supposition étant parfaitement compatible avec l'existence de la zone neutre, peut être, quant à présent, reconnue par la théorie de l'électricité atmosphérique.

Il semble en outre que la zone neutre, comprise entre cette zone négative supérieure et la zone positive inférieure, doive être considérée comme résultant de la présence, en quantités équivalentes, de masses de signes contraires réparties dans une certaine épaisseur de l'atmosphère moyenne. Et cela, en raison de ce que aucun des éléments, que l'on peut supposer servir de véhicules aux masses électriques de signes contraires dans les couches inférieures, d'une part, et dans les couches supérieures, d'autre part, n'est complètement absent dans les couches moyennes au-dessus de 4.000 mètres.

Quoi qu'il en soit, les lignes de force émises (négativement) par la surface de la Terre étant absorbées (positivement) en totalité — sous nos latitudes moyennes — dans les 4 ou 5 premiers kilomètres de l'atmosphère inférieure, on peut admettre d'abord à titre d'hypothèse, que cette absorption a lieu par la masse des poussières minérales en suspension dans l'atmosphère et plus généralement accumulées dans les couches inférieures.

Cette hypothèse jointe à celle de Peltier, constitue une théorie expérimentale de l'électricité atmosphérique si l'on considère que l'électrisation positive des poussières minérales doit se produire dans l'atmosphère sous l'influence du globe supposé négatif, par l'action du rayonnement solaire ultra-violet qu'elles ont la propriété reconnue d'absorber.

On peut, en effet, admettre, comme un fait démontré, après les expériences d'Elster et Geitel en particulier, que le rayonnement solaire ultra-violet, agissant sur les poussières minérales sous l'influence d'une charge négative de la Terre, les électrise positivement en répandant l'équivalent d'électricité négative dans les gaz et les vapeurs atmosphériques.

D'ailleurs, les masses positives ont une propension naturelle à se rapprocher du sol avec les particules solides, tandis qu'au contraire, les masses négatives tendent à s'élever, entraînées par les gaz et surtout par les vapeurs. Il se produit ainsi une polarisation de l'atmosphère qui accroît, dès les premiers instants, la couche négative supposée répandue sur le sol. De telle sorte que, par analogie avec ce qui a lieu dans les

machines électrostatiques à influence, il n'est pas besoin de supposer au globe une charge propre autre que celle qui peut naître d'une simple action de contact ou par le fait de l'induction unipolaire (Edlund).

L'électrisation positive des poussières apparaît ainsi comme équivalente à la charge du globe ; et c'est là une conclusion conforme au fait de l'existence de la zone neutre que nous avons reconnue.

Les diverses causes variables de dispersion de la charge négative du sol dans les couches basses, l'ascension dans les hautes régions des masses négatives dispersées dans les couches inférieures, sont autant de résultats conformes aux faits annoncés.

J'ajoute que les conséquences que l'on peut déduire de cette théorie expérimentale sont entièrement conformes aux relations générales établies par les observations et les expériences de MM. Elster et Geitel (1), entre l'intensité du champ, l'intensité du rayonnement ultra-violet et l'opacité de l'atmosphère due à l'accumulation des poussières.

Enfin cette théorie rend compte de tous les faits de la variation diurne et annuelle aux différentes altitudes à la surface de la Terre. Il suffit pour cela d'envisager que l'influence des particules positives dépend de la durée et de l'intensité de leur insolation, de leur désélectrisation plus ou moins rapide pendant la nuit ; qu'elle dépend aussi de leur accumulation et de leurs mouvements verticaux qui accompagnent la surpression et les mouvements de l'air — (ainsi qu'Aitken l'a reconnu avec son compte-poussières) — et que traduisent les mouvements généraux de la pression.

Il faut aussi tenir compte, comme je l'ai dit, de la dispersion de la charge négative du sol : il se répand ainsi dans l'air — par convection, par contact et soulèvement des poussières et parfois peut-être aussi, des gaz — des masses négatives tendant constamment à y neutraliser les masses positives que le rayonnement solaire entretient en élevant les masses négatives de proche en proche jusqu'aux régions moyennes et supérieures. Un excès négatif peut, de ce fait, se produire dans la couche voisine du sol : le champ s'y trouve diminué par rapport à des couches plus élevées. Une forte et brusque dispersion de la charge du sol — par soulèvement de poussières par exemple — une dissipation rapide des particules positives des couches basses, pourront même donner lieu à un champ négatif ou nul près du sol. Dans tous ces cas, le champ devra subir de brusques et fortes oscillations par suite du mélange et des décharges entre particules électrisées à potentiels différents. Ces conséquences de la présente théorie sont l'énoncé même des faits d'observation que j'ai relevés sur l'électromètre de l'Observatoire de Lyon.

J'ajouterai encore la remarque suivante qui conduit à un fait des plus probants :

L'intensité du champ en un point situé à une certaine hauteur dépendant de la distribution relative des masses situées au-dessous du point jusqu'au sol inférieur et au-dessus du point jusqu'à la surface neutre, il arrivera que les variations aux diverses altitudes n'auront le même sens que dans le cas où la distribution verticale des masses sera invariable

(1) *Beobachtungen des atmosphärischen Potentialgefälles und der ultravioletten Sonnenstrahlung*. Sitzungsberichte Akad. Wien. 1892. B. 101.

dans toute l'épaisseur de la couche influente. Cela devra arriver principalement lorsqu'un fort vent uniforme, régnant sur toute l'épaisseur des couches inférieures, entraînera horizontalement un nombre à peu près constant de particules de poussières électrisées. Le sens de la variation, le même dans toute l'épaisseur de la couche influente, représentera alors la variation de l'électrisation totale de la couche.

D'après cette théorie, le champ au voisinage du sol devra présenter dans ce cas le caractère suivant : Le minimum d'intensité et d'oscillations aura lieu le matin avant que le soleil ait éclairé les couches inférieures de l'atmosphère ; à partir du moment où le soleil pénétrera dans ces couches,

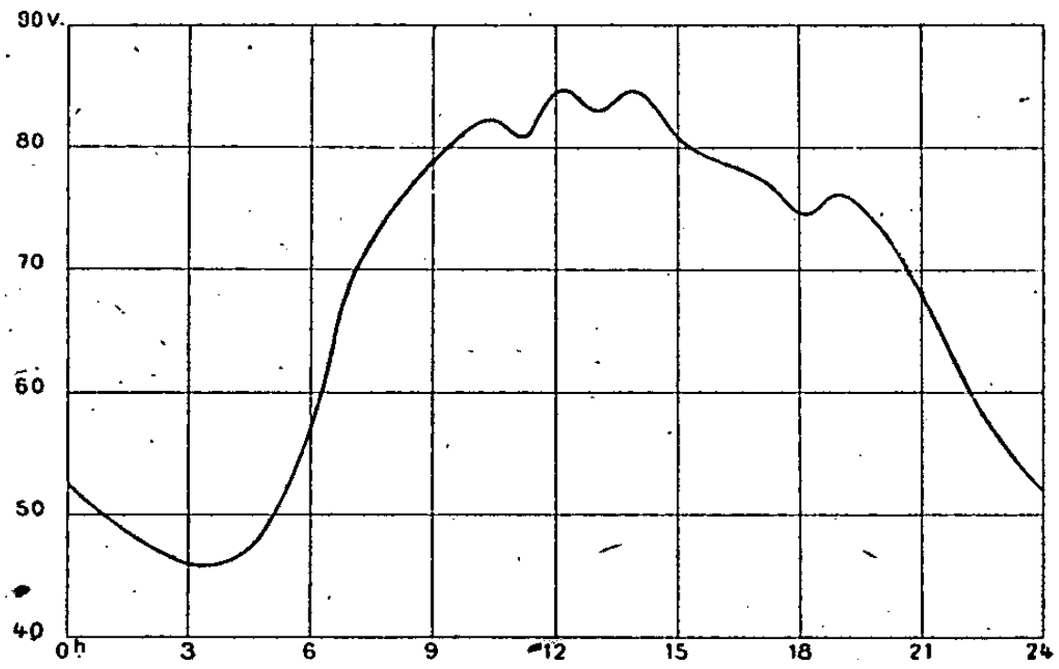


FIG. 1.

Variation électrique diurne par beau temps, vent ferme des régions Nord et atmosphère limpide, à l'Observatoire de Lyon (Saint-Genis-Laval).

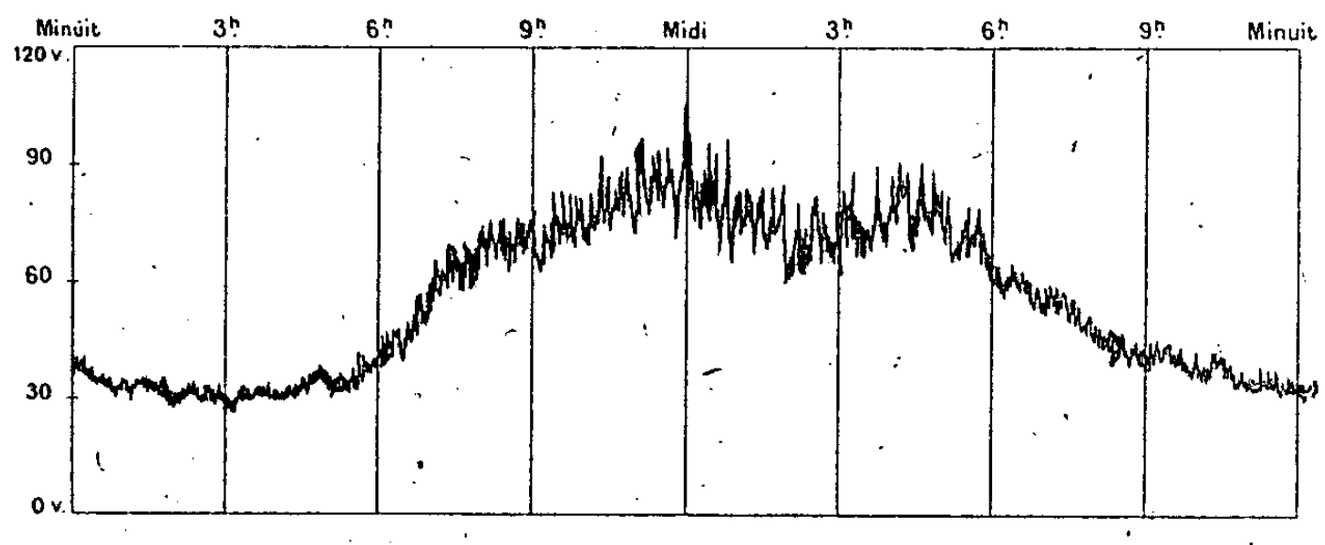


FIG. 2.

20 avril 1895. Courbe électrométrique, Observatoire de Lyon (Saint-Genis-Laval, alt. 300 mèt.).

l'intensité augmentera graduellement, mais les oscillations rapides ne croîtront qu'à partir de l'éclairement des couches basses. Quant au maximum d'intensité et d'oscillations, il se produira à peu près au moment de

la plus forte intensité de la radiation ultra-violette, car les poussières étant chassées rapidement, il n'y aura pas de phénomène d'accumulation appréciable.

Or, tel est en effet le caractère de la variation diurne que j'ai déduite de cinquante journées d'atmosphère uniformément limpide et de fort vent du Nord régnant pendant tout le jour sur une grande épaisseur d'atmosphère : elle (voy. *fig.* 1) présente un minimum nocturne à 3 heures 1/2 du matin et un maximum diurne autour de 1 heure du soir. Je montre *(fig. 2)* le fac-simile d'une des courbes de l'électromètre photographique de l'Observatoire de Lyon, sur lesquelles se manifeste la variation des oscillations rapides prévues par la théorie.

Enfin, je dois encore considérer, à l'appui de cette théorie, le résultat des observations faites de 1885 à 1889 par M. Charles Nodon (1), relativement à l'électrisation positive qui se développe sur un crayon de charbon isolé et exposé aux radiations solaires.

Ce résultat est le suivant : « La grandeur de cette charge croît avec l'intensité des radiations solaires et décroît avec l'état hygrométrique de l'air. Le phénomène atteint, à Paris, sa valeur maxima en été, vers 1 heure de l'après-midi, lorsque l'atmosphère est pure et sèche. »

Cette variation concorde, comme on voit, d'une façon remarquable, avec la précédente qui résulte de la même action supposée exercée sur la masse des poussières minérales de l'atmosphère.

M. H. CAUSSE

Chargé des fonctions d'agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon.

DOSAGE DE LA PHÉNYLHYDRAZINE [543.8]

— Séance du 6 août 1897 —

Lorsque l'acide arsénique est mis en présence de la phénylhydrazine, celle-ci est oxydée, du gaz azote se dégage, il reste du phénol et une quantité correspondante d'acide arsénique passe à l'état d'acide arsénieux. Cette réaction souvent observée au cours de nos recherches sur les combinaisons aldéhydo-phénylhydraziniques, tout d'abord

(1) C. R. 1889. T. CIX, p. 219.

qualitative, devient quantitative si l'on oxyde la base, ou mieux son chlorhydrate, en milieu acétique (1).

L'équation de la réaction est dans ce cas

$$As^2O^5 + C^6H^8Az^2 = Az^2 + H^2O + C^6H^6O + As^2O^3.$$

Laissant de côté l'acide arsénique, dont le rôle est celui d'un oxydant, pour ne nous occuper que de l'acide arsénieux le seul élément dosé, nous traduirons la réaction par ce fait : 198 d'As^2O^3 correspondent à 108 de $C^6H^8Az^2$, par conséquent une partie d'As^2O^3, a 0,5454 de phénylhydrazine.

L'acide arsénieux formé est dosé par deux procédés.

1° On fait agir sur le chlorhydrate de phénylhydrazine un volume connu de solution d'acide arsénique, titrée avec l'urane, après réaction une nouvelle détermination donne la quantité de cet acide non réduit, par différence on obtient le poids d'acide arsénieux.

2° Dans les recherches présentes nous avons principalement employé le titrage à l'iode, il repose sur la propriété que possède ce métalloïde de transformer intégralement, en présence du bicarbonate sodique, l'acide arsénieux en acide arsénique.

$$As^2O^3 + 2I^2 + 2\,H^2O = 4HI + As^2O^5.$$

Quatre atomes d'iode correspondent ainsi à deux molécules d'As^2O ou 127 I à 49,5 As^2O^3, et une partie d'iode a 0,3897 d'As^2O^3; on peut introduire le facteur 0,3897 dans les calculs, il est plus simple de transformer directement As^2O^3 en iode. La solution d'iode dont nous ferons usage étant décime-normale, 1^{cc} représente 0,0127 de métalloïde d'après les données précédentes, on déduit facilement qu'il correspond aussi à 0,00495 d'As^2O^3.

Si donc V est le volume de liqueur iodique employé, la quantité de phénylhydrazine correspondante se déduira de la relation

$$V \times 0{,}00495 \times 0{,}5454$$

Les solutions nécessaires pour ce dosage sont :

1° Une solution d'acide arsénique.

On dissout à la chaleur du bain-marie 125 grammes de cet acide, dans un mélange de 450^{cc} d'eau et 50^{cc} d'HCl. Après dissolution et refroidissement,

(1) Une méthode de dosage de la phénylhydrazine a été proposée par E. Meyer, elle s'appuie sur le dédoublement par l'iode en azote et iodobenzine. J. f. prakt. Chemie, t. 36.

on complète le volume de un litre avec de l'acide acétique cristallisable.

2° Une solution décime-normale d'iode dont 1cc égale 0,0127 I.

3° Une solution de soude caustique : on l'obtient en dissolvant 200 grammes de soude, exempte de sulfures, dans un litre d'eau distillée.

4° Une solution saturée à froid de bi-carbonate sodique.

5° De l'eau amidonnée récente et de la phtaline du phénol.

Pratique de l'opération. On pèse 0,20 de chlorhydrate de phénylhydrazine, on les introduit dans un ballon de 500cc de capacité, on ajoute 60cc de réactif arsénique et un fil de platine roulé en spirale. Le ballon relié à un réfrigérant à reflux est chauffé légèrement pour provoquer et entretenir la réaction qui se manifeste par un dégagement de bulles gazeuses. Après quarante minutes de chauffe on laisse refroidir, on verse le liquide dans un vase à précipité et on neutralise avec la soude jusqu'à réaction alcaline franche. On rétablit l'acidité avec de l'acide chlorhydrique, au liquide refroidi, on ajoute ensuite 60cc de solution bi-carbonatée, 2 à 3cc d'eau amidonnée, enfin on titre à l'iode.

Une série de dosages pratiqués sur 0,20 de chlorhydrate de phénylhydrazine nous ont donné 56cc d'iode, le poids correspondant de phénylhydrazine se déduit de la relation précédente, en remplaçant V par 56, on a alors $56 \times 0{,}00495 \times 0{,}5454 = 0{,}151$, soit 0,759 de base pour l'unité de matière, la théorie indique 0,747.

M. L. BOUVEAULT

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.

SUR LA DISTILLATION FRACTIONNÉE DANS LE VIDE

[542.4]

— Séance du 7 août 1897 —

L'emploi du tube à boules Le Bel et Henninger pour la distillation fractionnée a rendu aisées des séparations très difficiles ou même impossibles auparavant ; c'est ce qui rend si tentant l'emploi de cet appareil pour la rectification dans le vide, opération qui se généralise

de plus en plus. Presque tous ceux qui ont fait cette tentative ont échoué, parce que les boules du déphlegmateur, au lieu de se remplir seulement de vapeurs, se remplissent entièrement du liquide lui-même; ce qui remplace la distillation par un crachement permanent. Cependant, si l'on opère sur des liquides très mobiles, dénués de viscosité, et qu'on diminue la condensation en entourant l'appareil d'une enveloppe mauvaise conductrice et blanche, qui atténue le refroidissement par l'air extérieur et le rayonnement, on a pu réussir dans quelques cas; mais l'opération est toujours très délicate à conduire et doit l'être très lentement.

La cause de cet insuccès tient à ce que le reflux dans le ballon, du liquide provenant de la condensation des vapeurs, ne se fait pas. Le tube de descente, par lequel ce reflux devrait se faire, est balayé continuellement par un violent courant gazeux ascendant, formé non seulement de la vapeur, mais surtout du gaz de la rentrée d'air, attiré par la trompe. Ce courant gazeux, aidé de la viscosité du liquide, l'empêche de retomber dans le ballon; il s'accumule donc dans les boules.

Cet inconvénient ne se produit pas, en général, pendant les distillations à la pression ordinaire, d'abord, parce que la viscosité du liquide est beaucoup plus faible à sa température d'ébullition sous la pression normale, qu'à sa température d'ébullition sous $10^{m/m}$ (la différence $t_{760} - t_{10}$ est d'environ 110°), ce qui lui permet de ruisseler le long des parois du tube de descente, mais surtout, à cause de l'absence de la rentrée d'air. On sait d'ailleurs que si l'on pousse trop vite une distillation à la pression ordinaire, surtout d'un liquide à point d'ébullition élevé et assez visqueux, le courant de vapeur trop rapide empêche le reflux et les boules s'emplissent.

C'est dans ces conditions fâcheuses que l'on se trouve toujours lors de la distillation sous pression très réduite: Il est impossible de supprimer l'inconvénient tenant à la rentrée d'air; on pourrait combattre celui tenant à la viscosité en adoptant des tubes à boule, dont le tube inférieur et les trous de communication de boule à boule seraient très gros, mais on aurait forcément des appareils très volumineux; il faudrait de plus supprimer les plateaux, ce qui diminuerait considérablement la valeur analysante de l'appareil.

J'ai résolu la difficulté d'une manière très satisfaisante en mettant en communication directe le ballon avec la partie supérieure de l'appareil par un large tube, trop large pour pouvoir s'engorger. Le courant gazeux, provenant de la rentrée d'air, passe alors par ce tube et non plus par la colonne; de plus, la pression se trouve alors cons-

tante dans toute l'étendue de l'appareil, rien ne s'oppose plus au reflux du liquide, quelque visqueux qu'il soit.

Il n'y a plus qu'une difficulté à vaincre, c'est d'empêcher les vapeurs de suivre l'air de la rentrée d'air et de passer par le large tube, au lieu de suivre le trajet de la colonne. On y arrive sans difficulté en entourant ce tube d'un long et puissant réfrigérant ; les vapeurs sont alors obligées de passer par la colonne ; la distillation se fait avec une parfaite régularité.

La figure 1 représente un tube Le Bel modifié pour la distillation dans le vide ; on voit que cette modification peut être subie par une

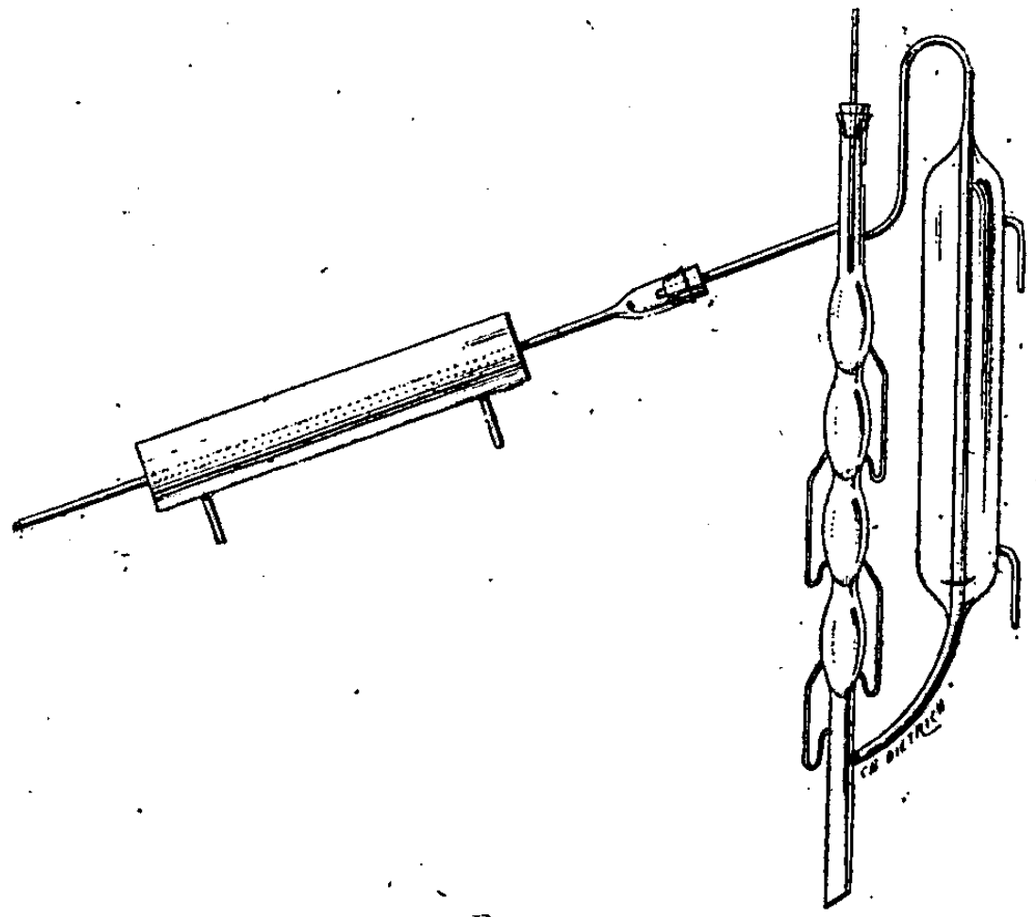


FIG. 1.

colonne de rectification quelconque ; l'appareil Claudon et Morin, entre autres, se comporte parfaitement ; à cause de la bonne conductibilité du métal la longueur du réfrigérant vertical peut être de beaucoup diminuée.

Il reste cependant à la distillation dans le vide une infériorité vis-à-vis de celle de l'air libre, infériorité qui consiste dans le chauffage. Pour qu'une distillation à la colonne marche bien, il faut que le chauffage soit absolument constant et par suite la flamme bien fixe. Or, si l'on place un bec de gaz fixe sous le ballon dans lequel se fait la distillation dans le vide, même avec l'intermédiaire d'une toile métallique, il s'y produit de violents soubresauts qui le mettent en péril de rupture ; on remédie alors à cet inconvénient en imprimant au bec de gaz, tenu à la main, un mou-

vement de balancement régulier, de manière à chauffer à la fois toute la surface du ballon. Dans des distillations de longue haleine, ce procédé devient extrêmement fatigant, de plus il ne donne pas un chauffage assez régulier pour que la distillation à la colonne se fasse dans de bonnes conditions.

Un de mes anciens préparateurs, aujourd'hui chimiste à la Condition des soies de Lyon, M. Daniel Levrat, a supprimé cette difficulté par un procédé très ingénieux. Remarquant qu'il faut surtout éviter de chauffer le fond du ballon, il emploie un bec Bunsen coiffé d'un chapeau annulaire percé de 6 à 8 trous latéraux, qui remplacent la flamme verticale du bec par autant de petites flammes horizontales. On supprime la toile métallique et l'on règle le chauffage en rapprochant plus ou moins le bec de gaz du fond du ballon.

Une distillation ainsi montée demande moins de surveillance et présente beaucoup moins de chances d'accidents, à cause des faibles températures mises en jeu, que la plupart des distillations à la colonne opérées à l'air libre.

J'ai été aidé dans ce travail par une généreuse subvention de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences que je suis heureux de pouvoir publiquement remercier.

M. Paul SABATIER

Professeur de Chimie à l'Université de Toulouse.

SELS BASIQUES DU CUIVRE [546.56]

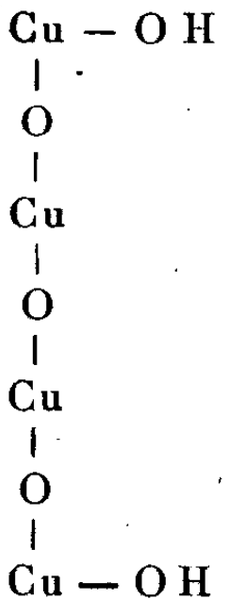
— Séance du 9 août 1897 —

L'auteur propose de ranger dans une classe spéciale, sous le nom de *sels basiques principaux*, les sels basiques qui sont obtenus directement par les oxydes anhydres ou hydratés au contact d'une solution du sel neutre correspondant. Ces sels ainsi définis, sont parfaitement caractérisés au point de vue chimique : ils sont peu nombreux pour chaque cas, et pourront le plus souvent être préparés cristallisés.

Particulièrement les sels basiques principaux du cuivre, obtenus en solutions pas trop concentrées, ou diluées, sont toujours :

Nitrate.....	$Cu(AzO^3)^2$, $3CuO$, $3H^2O$.
Chlorure.....	$CuCl^2$, $3CuO$, $3H^2O$.
Bromure.....	$CuBr^2$, $3CuO$, $3H^2O$.
Chlorate.....	$Cu(ClO^3)^2$, $3CuO$, $3H^2O$.
Hyposulfate.....	CuS^2O^6, $3CuO$, $3H^2O$.
Sulfate.....	$CuSO^4$, $3CuO$, $4H^2O$.
Acétate.....	$Cu(C^2H^3O^2)^2$, $2CuO$. $2H^2O$.

On voit que, sauf pour *l'acétate*, ils contiennent tous 4 Cu, et peuvent être considérés comme les sels normaux de l'hydrate tétracuivri que $Cu^4O^3(OH)^2$.



Cet hydrate n'est autre chose que l'hydrate brun obtenu par la transformation spontanée, très rapide à 100°, lente à froid, de l'hydrate bleu $Cu(OH)^2$ précipité par la potasse d'une dissolution cuivrique. La matière desséchée à froid présente exactement la composition $Cu^4O^3(OH)^2$.

L'auteur a pensé que cet hydrate tétracuivrique pourrait servir à produire facilement les sels basiques tétracuivriques, et en effet il a pu les obtenir tous par contact direct de cet hydrate avec les solutions diluées des sels neutres. Sauf le chlorure obtenu amorphe, tous sont ainsi préparés en cristaux microscopiques très nets :

Nitrate.....	lames rhombiques ou hexagonales.
Bromure..... ...	lamelles hexagonales.
Chlorate.....	lames rhombiques.
Hyposulfate.....	lames hexagonales allongées, groupées fréquemment en boules.
Sulfate.	prismes aigus groupés en gerbes.

L'acétate ne donne rien après plusieurs mois : c'est que l'acétate basique n'est pas tétracuivrique. Il en est de même du perchlorate.

M. L. BARTHE

Agrégé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Bordeaux.

NOUVELLES SYNTHÈSES OPÉRÉES A L'AIDE DE L'ÉTHER CYANOSUCCINIQUE [547.2]

— *Séance du 9 août 1897* —

I. *Action du Bromure de propylène normal (1-3. dibromopropane) sur le cyanosuccinate d'éthyle sodé.* — A deux molécules de cyanosuccinate d'éthyle sodé en solution alcoolique, on ajoute une molécule de bromure de propylène normal (point d'ébullition 165°). Le mélange est chauffé pendant 5 heures au bain-marie et au réfrigérant ascendant. Au bout de ce temps il s'est fait un abondant précipité de bromure de sodium. L'alcool a été distillé et le résidu a été additionné d'eau : il s'est précipité une huile brunâtre qui a été dissoute par agitation avec de l'éther. La solution éthérée, desséchée sur du chlorure de calcium fondu, a été distillée; le résidu a été à son tour distillé au bain d'huile sous pression réduite. A la température de 215°, sous une pression de $0^m,075$ on a obtenu un liquide huileux qui, soumis à l'analyse, a fourni des résultats conduisant à la formule du *méthylnitrile 3-7, diméthyloate d'éthyle 3-7, nonanedioate d'éthyle*, formé en vertu de l'équation suivante :

$$\left[\begin{array}{l} CAz \\ CNa\,.\,CO^2C^2H^5 \\ | \\ CH^2\,.\,CO^2C^2H^5 \end{array}\right]^2 + CH^2\,.\,Br\,.\,CH^2\,.\,CH^2\,.\,Br$$

$$= 2\,NaBr + \begin{array}{l} CO^2C^2H^5 \\ | \\ AzC\,.\,C\,.\,CH^2CO^2C^2H^5 \\ | \\ CH^2 \\ | \\ CH^2 \\ | \\ CH^2 \\ | \\ AzC\,.\,C\,.\,CH^2CO^2C^2H^5 \\ | \\ CO^2C^2H^5 \end{array}$$

A la suite de la rupture d'un ballon contenant le résidu huileux destiné à être distillé au bain d'huile sous pression réduite, le liquide s'est subitement pris en masse cristalline : actuellement on peut préparer rapidement ce composé cristallisé en nappes blanches, légères, en amorçant le liquide huileux. Ces cristaux fondent à 69° : ils ont une composition identique au liquide huileux analysé plus haut. On a déterminé encore leur poids moléculaire par la méthode de Raoult.

Acide acétique employé = $45^{gr},92$.
Substance cristallisée = 6^{gr}.
Solidification de l'acide acétique = 16° 46.
Solidification après dissolution de la substance = 15° 29
Abaissement observé = 1° 17

	Théorie pour $C^{21}H^{30}Az^2O^8$
$M = \frac{39 \times 6}{1.17 \times 45,92} = 435$	438

II. *Action de l'éther α-bromoisobutyrique (méthylpropaneoate d'éthyle brômé) sur le cyanosuccinate d'éthyle sodé.* — A une molécule de cyanosuccinate d'éthyle sodé dissoute dans de l'alcool absolu, on a ajouté 1 molécule d'éther α-bromoisobutyrique (point d'ébullition 163°,6). Le mélange a été chauffé 3 heures au bain-marie bouillant et au réfrigérant ascendant. L'opération a été terminée comme précédemment. Par distillation au bain d'huile sous une pression de 0,025 on a obtenu à 233°-235° un liquide huileux dont l'analyse correspond à la formule d'un *diméthylcyanotricarballylate* d'éthyle, formé comme l'indique l'équation suivante :

$$\begin{aligned} &\left.\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\right\rangle CBr.CO^2C^2H^5 + CNa(CAz).CO^2C^2H^5 \\ &\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad | \\ &\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad CH^2.CO^2C^2H^5 \\ &= NaBr + AzC.C\left\langle\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\right\rangle C.CO^2C^2H^5 \\ &\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad | \\ &\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad CH^2.CO^2C^2H^5 \end{aligned}$$

A — 30° ce composé huileux n'a pas cristallisé. Il est isomère avec le *diméthylcyanotricarballylate d'éthyle symétrique* que nous avons obtenu il y a quelques années, en traitant le propénylcyanosuccinate

d'éthyle ou β-méthylcyanosuccinique par l'éther α-monobromopropionique :

$$\begin{array}{l} \mathrm{CAz} \\ \mathrm{CNa}\,.\,\mathrm{CO^2C^2H^5} \\ | \\ \mathrm{CH^3\,CH\,CO^2C^2H^5} \end{array} + \mathrm{CH^3CHBr\,.\,CO^2C^2H^5}$$

$$= \mathrm{NaBr} + \mathrm{C}\begin{array}{l} \mathrm{CH^3\,.\,CH\,.\,CO^2C^2H^5} \\ | \\ \mathrm{CAz} \\ \mathrm{CO^2C^2H^5} \\ | \\ \mathrm{CH^3\,.\,CH\,.\,CO^2C^2H^5} \end{array}$$

Ether que MM. Zelynsky et Tschernitow ont saponifié.

L'étude du nouvel isomère obtenu peut être très intéressante.

M. Paul SABATIER

Professeur de Chimie à l'Université de Toulouse.

ACTION DE L'ÉTHYLÈNE SUR L'OXYDE DE NICKEL ET SUR DIVERS OXYDES MÉTALLIQUES [546.74]

— Séance du 7 août 1897 —

M. Sabatier expose en son nom et au nom de son collaborateur, M. Senderens, l'état actuel des recherches qu'ils poursuivent sur l'action réductrice de l'éthylène et de divers autres carbures vis-à-vis de certains oxydes métalliques. Il rappelle les résultats déjà obtenus et publiés récemment (Comptes Rendus 1897), dans l'action du nickel réduit sur l'éthylène, ou sur le mélange d'éthylène et d'hydrogène. L'oxyde

de nickel chauffé progressivement dans l'éthylène, commence à être réduit vers 320°, et aussitôt un phénomène de foisonnement avec dépôt de charbon volumineux, se produit tel qu'il a été antérieurement décrit. Des réductions analogues, mais sans foisonnement, ont lieu avec d'autres oxydes, à des températures où l'éthylène est certainement indécomposé ; pour l'oxyde de cuivre, et de cobalt, la réduction commence à peu près à 80° au-dessus de celle par l'hydrogène seul. Les auteurs continuent cette étude comparativement avec l'éthylène, les carbures éthyléniques, forméniques, ou acétyléniques.

M. Paul SABATIER

Professeur de Chimie à l'Université de Toulouse.

SUR UNE NOUVELLE CLASSE DE SELS BASIQUES MIXTES DE CUIVRE ET D'ARGENT [546.55]

— Séance du 11 août 1897 —

On admettait, d'après Rose, et l'auteur avait cru lui-même autrefois que l'oxyde d'argent mis en excès au contact d'une dissolution de nitrate cuivrique déplace tout le cuivre à l'état d'hydrate bleu, et inversement que l'hydrate cuivrique est sans action sur les solutions argentiques.

L'auteur a trouvé qu'il en est tout autrement :

1° En faisant agir une petite quantité d'oxyde d'argent sur une solution de nitrate cuivrique, on obtient la dissolution de tout l'argent, et précipitation exclusive de nitrate basique bleu verdâtre $Cu(AzO^3)^2$, $3CuO, 3H^2O$.

2° En opposant exactement 1 molécule d'oxyde Ag^2O, à 1 molécule de nitrate cuivrique, il y a décoloration complète de la liqueur, et

production d'un sel bleu gris violacé, qui est un sel basique mixte de cuivre et d'argent : $3\,CuO, 2\,(AgAzO^3), 3\,H^2O$.

Les $\frac{2}{3}$ de l'argent restent dans la liqueur, l'autre tiers est dans le sel insoluble. C'est une poudre cristalline, que le microscope montre constituée par un assemblage de prismes allongés, souvent terminés par un biseau aigu, et groupés en rayons. Le sel est attaqué lentement par l'eau froide, plus vite par l'eau chaude, avec séparation d'hydrate cuivrique brun, et de nitrate d'argent qui se dissout. Au contact d'une solution de nitrate cuivrique, il se transforme bientôt en sel basique tétracuivrique, mais reste inaltéré dans une solution pas trop diluée de nitrate d'argent.

3° On arrive au même sel en mettant directement de l'hydrate cuivrique bleu dans une solution moyennement diluée de nitrate d'argent : la transformation est totale en huit jours. Elle n'a pas lieu à partir de l'hydrate brun tétracuivrique, non plus qu'à partir de l'oxyde cuivrique anhydre.

Une formation de sels basiques mixtes analogues a lieu pour le sulfate, pour l'hyposulfate, pour le chlorate. Avec le sulfate, on obtient des cristaux qui ont l'aspect de rhomboèdres épais, bleu un peu violacé, qui paraissent avoir la composition : $3\,CuO, Ag^2SO^4, 4H^2O$, c'est-à-dire que comme pour le nitrate, Cu est remplacé par Ag^2, dans le sel basique tétracuivrique.

L'hyposulfate s'obtient aisément en masse très spongieuse, le chlorate en aiguilles fines : l'auteur en poursuit l'étude.

M. H. CAUSSE

Chargé des fonctions d'agrégé à la faculté de Médecine de Lyon.

SUR L'IMINE DE L'ALDÉHYDE SALICYLIQUE

$$C^6H^4 < \begin{matrix} CH = AzH \\ OH \end{matrix} \qquad [545.5]$$

— *Séance du 12 août 1897* —

M. H. Schiff, en 1868 (1), a étendu à l'urée ses recherches relatives à l'action des aldéhydes sur l'ammoniaque et les amines, il a obtenu une série de combinaisons appelées diurées 2 $(CO\,Az^2\,H^3)\,C^nH^m$, triurées 3 $(CO\,Az^2\,H^3)$ 2 C^nH^m, tétrurées et hexurées.

En ce qui concerne l'aldéhyde salicylique, suivant les conditions, il se formerait un diuréide $C^6H^4 < \begin{matrix} CH\,(Co\,Az^2\,H^3)^2 \\ OH \end{matrix}$ ou un triuréide $\left[\left(C^6H^4 < \begin{matrix} CH \\ OH \end{matrix}\right)^2 (Co\,Az^2\,H^3)^3\right]$

De fait, la première action de l'urée sur l'hydrure de salicyle, et quelles que soient les conditions, engendre une de ces combinaisons, mais à côté se développe une autre réaction qui donne naissance à l'imine.

L'origine de cette dernière peut être attribuée à la décomposition d'un des uréides précédents ; cependant, il semble plus probable qu'elle résulte de l'action directe de l'ammoniaque à l'état naissant sur l'aldéhyde. L'imine, en effet, ne se forme qu'à une température déterminée, alors qu'apparaissent l'ammoniaque et l'acide cyanurique, produits de décomposition de l'urée ; d'autre part, M. Delépine, au cours de ses intéressantes recherches sur les combinaisons aldéhydo-ammoniacales, a trouvé un corps dont les propriétés se confondent avec celui que nous décrivons.

Dans ce qui suit nous ne nous occuperons que de l'imine.

(1) *Annalen der Ch. und Ph.* (1868). — *Comptes-rendus* (1868). — *Zeitschrift für Chemie* (1868).

Préparation. — Dans une cornue tubulée on introduit 10 grammes d'urée et 30 grammes d'aldéhyde salicylique privée de phénol. La cornue est plongée dans un bain de chlorure de calcium bouillant à 110°. L'urée entre en solution, l'aldéhyde se colore en jaune, on agite dès que la solution est complète, à la cornue on adapte un condenseur et on laisse la température du bain s'élever. Il distille d'abord de l'eau, entre 120 et 125° apparaissent quelques bulles gazeuses d'ammoniaque et des gouttelettes d'aldéhyde. Lorsque le volume de celle-ci est égal à celui de l'eau qui a distillé, on arrête l'opération qui, pour les doses ci-dessus, demande 30 à 40 minutes. La cornue est alors retirée du bain, refroidie dans un courant d'eau, le contenu se transforme en une masse pâteuse jaune, on le coule dans un flacon, et on ajoute quatre fois son volume d'éther acétique, sec et privé d'alcool. Après 24 heures de repos dans un lieu frais, le fond et les parois du flacon sont recouverts d'une abondante cristallisation, mélange d'acide cyanurique et d'uréides. On filtre l'éther acétique, chargé de l'imine, on l'évapore ou on le distille, il reste un liquide épais jaune qui est chauffé au bain-marie jusqu'à élimination de l'aldéhyde, puis traité à trois reprises différentes par 300^{cc} d'eau distillée bouillante pour enlever les impuretés. On obtient ainsi une masse jaune, solide qui est séchée, pulvérisée, dissoute à la chaleur du bain-marie dans l'alcool à 95°, et précipitée par l'éther absolu. La masse floconneuse qui se dépose se transforme, en quelques jours, en cristaux jaunes, microscopiques.

Ainsi obtenue, l'imine salicylique est infusible et donne à l'analyse les nombres suivants :

	Trouvé	Calculé pour C^7H^7AzO
C.....	69,0 — 69,2	69,42
H.....	5,8 — 5,9	5,78
Az..	11,30 — 11,70	11,57

La détermination cryoscopique, faite avec une solution acétique au 1/100^{me}, conduit au poids moléculaire 126, la théorie indique 121.

L'imine est soluble dans les alcalis caustiques et l'eau de baryte, mais elle perd cette propriété par l'action de la chaleur, et semble subir une transposition moléculaire. Le perchlorure de fer la colore en rouge rose, l'acide sulfurique développe une couleur rouge groseille intense, les hydracides HCl, HBr, la transforment en une substance rouge, insoluble dans les alcalis et les dissolvants ordinaires.

M. G. BRAEMER

Délégué de la Commission météorologique de la Loire, à Izieux (Loire).

STATION MÉTÉOROLOGIQUE DU MONT-PILAT [551.5]

— Séance du 6 août 1897 —

L'importance et l'utilité des stations météorologiques de montagne sont connues. Les grands observatoires du Pic du Midi, du Puy-de-Dôme, du Ventoux, de l'Aigoual, du mont Mounier rendent des services qui compensent largement et les sacrifices qui ont été faits pour leur installation et les dépenses faites pour leur entretien. Mais ces quelques observatoires dispersés sur la surface de la France ne suffisent pas, il faudrait les relier par des stations intermédiaires, et la Commission météorologique de la Loire a examiné à plusieurs reprises la possibilité d'établir une station au Mont-Pilat. La question est revenue à l'ordre du jour quand on a su que l'Association allait tenir un Congrès à Saint-Etienne, et M. Reuss et moi, nous l'avons étudiée; un rapport a été présenté à la Commission du département qui l'a approuvé et qui m'a délégué auprès de la Section de météorologie pour lui exposer l'état de la question et pour solliciter et ses conseils et son appui. Ses conseils pour les détails d'exécution, son appui pour l'émission d'un vœu de la Section, d'un vœu de l'Association si c'est possible, et pour le vote d'une subvention.

Le Mont-Pilat dont le sommet atteint 1434 mètres n'est pas le point culminant du département, Pierre-sur-Haute est plus élevé, mais il est beaucoup plus rapproché du Puy-de-Dôme et ferait, dans une certaine mesure, double emploi avec l'observatoire qui y est installé. De plus, le Pilat domine une vaste région dans les départements de la Loire, du Rhône et de l'Ardèche; il est rapproché de la vallée du Rhône et nous croyons qu'à tous les points de vue sa situation est bien choisie pour une station qui serait d'ailleurs en relations avec les postes de Saint-Etienne et d'Izieux et aussi, le cas échéant, avec l'observatoire de Lyon. Vous en jugerez vous-mêmes, puisque le

dimanche 8 août une excursion générale a pour but précisément le Mont-Pilat, et vous pourrez sur place vous convaincre de l'utilité de la station que nous projetons. C'est à dessein que je dis station et non observatoire. Nous n'avons pas les fonds nécessaires pour l'installation d'un observatoire, nous aurons même de la peine à réunir les sommes qu'il faudra pour notre station ; mais, nous voudrions un poste très simple d'abord, qui puisse s'agrandir et se compléter, nous voudrions surtout prouver qu'il est possible, avec des ressources relativement restreintes, de faire une station pouvant rendre des services à la science et à l'agriculture, nous voudrions par notre exemple provoquer la création de postes semblables sur d'autres sommets et contribuer ainsi à la formation d'un réseau de stations de montagnes qui couvrirait toute la France. Au congrès de Limoges, M. Teisserenc de Bort a parlé des moyens d'établir à peu de frais des stations de montagnes. A notre connaissance sa communication n'a pas reçu de sanction pratique, nous serions heureux de réaliser son programme et nous serions plus heureux encore si notre exemple était suivi.

Ceci dit, et l'utilité de notre station étant démontrée, il s'agit de savoir à quel point de la crête on le placera. Il faut évidemment que ce soit près d'un endroit habité ; dès lors, il n'y a de possible que le voisinage du Crêt de la Perdrix où se trouve une ferme, ou celui du Crêt de l'Œillon où l'on bâtit un hôtel. Le Crêt de la Perdrix a l'avantage d'être le point culminant, mais le personnel de la ferme ne paraît pas très apte à faire des observations météorologiques, quelque simplifiées qu'elles puissent être ; ensuite il n'est pas certain que le propriétaire consentirait à céder le terrain nécessaire, et l'installation de l'abri dans l'amas de rochers qui forme le sommet entraînerait des frais considérables ; enfin et surtout, les instruments même protégés ne seraient pas à l'abri des accidents causés par l'ignorance et la malveillance de nombreux promeneurs qui viennent au Pilat pendant l'été.

Le Crêt de l'Œillon a contre lui son altitude moindre et c'est évidemment un inconvénient, mais le voisinage de l'hôtel présente un certain nombre d'avantages qui militent en faveur du choix de cet emplacement. D'abord, la Société de l'hôtel nous offre gratuitement la place nécessaire, soit au sommet des bâtiments, soit dans le voisinage de l'hôtel. Les négociations ont été entamées par M. Reuss et nous avons en main un engagement ferme. Il y aura lieu d'examiner sur place quelle serait la meilleure solution ; ensuite nous trouverons dans le personnel supérieur de l'hôtel quelqu'un qui, moyennant une

indemnité modérée (une centaine de francs par an), changerait les feuilles des enregistreurs et ferait quelques observations directes. L'hôtel sera à bref délai relié au réseau téléphonique, ce qui permettra l'expédition de dépêches aux stations de la région et au bureau central; il sera desservi par la poste; il offrira toutes les facilités désirables pour le séjour des météorologistes qui voudraient faire des études spéciales, et plus tard, quand la Commission aura les moyens d'installer un observateur qualifié permanent, celui-ci trouvera le logement et la nourriture dans des conditions exceptionnellement avantageuses, enfin et surtout nos instruments y seront à l'abri des accidents dus à la malveillance. Chacun de ces points pris isolément n'a pas une valeur capitale, mais leur ensemble nous paraît présenter une grande importance.

Toutes ces explications font entrevoir qu'à notre avis la station sera très simple et comportera surtout des appareils enregistreurs. Ces instruments seraient placés dans un abri du type Renou, suffisamment vaste, que nous construirions en fer, ce qui permettrait de le rendre à la fois léger et solide, n'emmagasinant que peu de chaleur ou de froid, et facilement transportable dans le cas où, pour une raison ou une autre, on voudrait le déplacer. Nous avons fait étudier un abri semblable par un constructeur de la région. Si on lui donnait 2 mètres de long, 1 mètre de large et $3^{m},10$ de haut, il pèserait environ 400 kilos et coûterait 320 francs.

Quant au choix des instruments nous avons une liste dressée par M. Teisserenc de Bort. Cette liste nous paraît très complète et, étant donnée la somme relativement élevée nécessaire pour leur acquisition nous serions tentés de la réduire, nous espérons qu'une subvention de l'Association nous aidera à acquérir les plus indispensables; nous espérons aussi que le Bureau Central nous prêtera des appareils à observations directes : baromètre à mercure, thermomètres à maxima et à minima, psychromètre, pluviomètre et qu'il nous fournira les imprimés. Comme il faut aboutir j'ai offert à la Commission météorologique de la Loire de surveiller la station en y montant le plus souvent possible et de dépouiller la feuille des enregistreurs pour traduire les observations en tableaux, suivant les types adoptés par le bureau central.

Cette proposition a été acceptée.

M. E. MATHIAS

Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

ÉTUDE SUR LE MAGNÉTISME TERRESTRE DANS LA RÉGION DE TOULOUSE [538.71]

— Séance du 6 août 1897 —

Le présent travail a pour origine les singularités mises en évidence par la comparaison de quelques mesures magnétiques faites en 1895 aux alentours de Toulouse avec les éléments correspondants du Parc Saint-Maur, les différences analogues obtenues par M. Moureaux dans quelques stations voisines de celles où j'avais opéré moi-même étant en discordance avec quelques-unes des miennes et en contradiction avec une distribution régulière du magnétisme terrestre, dans la région de Toulouse et plus particulièrement dans le Tarn-et-Garonne.

Les couches superficielles du sol étant partout formées d'éléments non magnétiques, il y avait lieu de soupçonner l'existence d'une anomalie magnétique analogue à celle que, en 1890-91, M. Moureaux a découverte dans le bassin de Paris. C'est en poursuivant cet objectif que j'ai entrepris l'exploration de la région de Toulouse au point de vue du magnétisme terrestre et que j'ai visité un assez grand nombre de stations dont les trois éléments ont été observés.

Je me suis conformé, sous ce rapport, à toutes les prescriptions formulées par M. Moureaux soit dans le mémoire des *Annales de Chimie et de Physique* (1) relatif à la construction des cartes magnétiques, soit dans ses nombreux mémoires des *Annales du Bureau Central météorologique* consacrés spécialement à la carte magnétique de la France.

A son exemple, j'ai effectué les mesures à l'aide de deux boussoles de voyage, construites par Brünner ; les admirables instruments qui m'ont servi appartiennent au Laboratoire de physique de l'Ecole

(1) Th. Moureaux. — *Ann. de Ch. et de Phys.* [6] t. XXI, p. 1 ; 1890.

normale supérieure et ont été très obligeamment prêtés à l'Observatoire de Toulouse par MM. Violle et Brillouin.

J'ai été assisté dans mes mesures par M. Fitte, préparateur à la Faculté des Sciences de Toulouse, mon assistant à l'Observatoire et mon élève ; excellent observateur, j'ai pu, tandis que je me réservais les observations faites au théodolite boussole (déclinaison et composante horizontale) lui confier la boussole d'inclinaison de voyage dont le maniement si délicat lui est devenu tout à fait familier. Toutes les mesures d'inclinaison faites en voyage, sauf une, lui sont dues ; la concordance des nombres fournis par les deux aiguilles d'inclinaison est un sûr garant de la bonté de ses observations.

Nous nous servions mutuellement d'assistant et tenions alternativement le carnet, en sorte que l'observateur ne pouvait suivre des yeux l'allure des nombres qu'il trouvait dans le cours d'une observation.

Les résultats ainsi trouvés sont consignés dans les tableaux suivants en même temps que leur comparaison avec les résultats correspondants du Parc Saint-Maur.

(Suivent les tableaux.)

DATES		STATIONS	HEURES (Temps moyen de Paris).	DÉCLINAISON Station.	Parc.	Δ Station-Parc
16 juin	1895	Montastruc-La-Conseillère	9h55m — 11h25m mat.	14° 38'. 25	15° 11'. 25	— 0° 33'. 0
23 juin	—	Grisolles	10 20 — 11 50 mat.	14 44'. 0	15 10'. 45	— 0 26'. 45
7 juillet	—	L'Isle-Jourdain	9 30 — 10 49 mat.	14 52'. 1	15 7'. 75	— 0 15'. 65
21 juillet	—	Carbonne (campagne)	11 5 — 11 32 mat.	14 50'. 6	15 9'. 9	— 0 19'. 3
21 juillet	—	Carbonne (ville)	5 20 — 6 19 soir.	14 47'. 35	15 9'. 15	— 0 21'. 8
31 octobre	—	Montrejeau	10 50 — midi 5	15 0'. 1	15 8'. 90	— 0 8'. 8
1 novembre	—	Lannemezan	10 30 — midi	15 7'. 75	15 8'. 10	— 0 0'. 35
2 novembre	—	Riscle	10 45 — midi 10	15 19'. 7	15 11'. 0	+ 0 8'. 7
3 novembre	—	Vidouze	10 45 — 11h50 mat.	15 16'. 4	15 9'. 7	+ 0 6'. 7
4 novembre	—	Saint-Girons	3 » — 4 » soir.	14 42'. 45	15 10'. 1	— 0 27'. 65
1 décembre	—	Moissac	2 30 — 3.33 soir.	14 54'. 8	15 8'. 8	— 0 14'. 0
25 mars	1896	Montauban-Beausoleil	10 » — 11 10 mat.	14 46'. 6	15 4'. 8	— 0 18'. 2
25 mars	—	Montauban-gare	2 40 — 4 4 soir.	15 5'. 0	15 11'. 4	— 0 6'. 4
11 juillet	—	Montauban-gare	4 19 — 4 33 soir.	14 59'. 6	15 11'. 7	— 0 12'. 1
7 avril	—	Verdun-sur-Garonne	10 23 — 11 42 mat.	14 51'. 0	15 6'. 15	— 0 15'. 15
8 avril	—	Montech	9 51 — 11 8 mat.	14 36'. 85	15 3'. 9	— 0 27'. 05
9 avril	—	Lavilledieu	9 40 — 10 40 mat.	14 48'. 0	15 6'. 5	— 0 18'. 5
10 avril	—	Les Barthes	10 48 — 11 37 mat.	14 47'. 05	15 6'. 35	— 0 19'. 3
23 mai	—	Sainte-Marie (Gers)	4 0 — 5 3 soir.	14 56'. 75	15 5'. 9	— 0 9'. 15
24 mai	—	Solomiac	10 9 — 10 54 mat.	15 1'. 0	15 5'. 0	— 0 4'. 0
25 mai	—	Beaumont-de-Lomagne	8 38 — 9 27 mat.	14 50'. 0	15 3'. 05	— 0 13'. 05
8 juillet	—	Fronton	9 5 — 9 48 mat.	14 36'. 5	15 4'. 95	— 0 28'. 45
8 juillet	—	Villemur	5 57 — 6 58 soir.	14 40'. 05	15 4'. 15	— 0 24'. 10
9 juillet	—	Villebrumier	9 20 — 10 7 mat.	14 41', 05	15 3'. 35	— 0 22'. 3
10 juillet	—	Labastide-Saint-Pierre	9 32 — 10 10 mat.	14 52'. 05	15 2'. 40	— 0 10'. 35

DATES		STATIONS	HEURES (Temps moyen de Paris)	DÉCLINAISON Station.	Parc.	Δ Station-Parc
11 juillet	1896	Bressols	9h 17m — 9h 55m mat.	14° 45'. 75	15° 2'. 80	— 0 17'. 05
24 juillet	—	Grenade	8 48 — 9 27 mat.	14 39'. 60	14 59'. 80	— 0 20'. 2
25 juillet	—	Aucamville	9 38 — 10 17 mat.	14 44'. 10	15 2'. 60	— 0 18'. 5
26 juillet	—	Comberouger	3 31 — 4 21 soir.	14 50'. 05	15 7'. 2	— 0 17'. 15
29 juillet	—	Esparsac	9 1 — 9 36 mat.	14 49'. 5	15 0'. 7	— 0 11'. 2
29 juillet	—	Lavit	3 35 — 4 7 soir.	14 58'. 5	15 8'. 35	— 0 9'. 85
30 juillet		Saint-Arroumex	11 41 — midi 8	14 57'. 35	15 7'. 0	— 0 9'. 85
31 juillet	—	Saint-Nicolas-de-la-Grave	3 48 — 4 20 soir.	15 0'. 45	15 6'. 2	— 0 5'. 75
1 août	—	Castelmayran	9 56 — 10 30 mat.	14 55'. 0	15 2'. 05	— 0 7'. 05
1 août	—	Castelferrus	3 39 — 4 8 soir.	14 58'. 35	15 9'. 55	— 0 11'. 2
6 août	—	Saint-Paul-sur-la-Savre	9 21 — 10 17 mat.	14 43'. 2	15 0'. 85	— 0 17'. 65
7 août	—	Cadours	9 20 — 9 53 mat.	14 52'. 55	15 5'. 10	— 0 12'. 55
7 août	—	Cox	2 52 — 3 21 soir.	14 57'. 7	15 9'. 50	— 0 11'. 8
8 août	—	Cologne	8 33 — 9 6 mat.	14 50'. 1	15 0'. 25	— 0 10'. 15
8 août	—	Mauvezin	5 52 — 6 25 soir.	14 54'. 65	15 1'. 95	— 0 7'. 3
9 août	—	Marignac	9 37 — 10 9 mat.	14 56'. 75	15 2'. 60	— 0 5'. 85
9 août	—	Tourneccoupe	3 22 — 3 55 soir.	15 0'. 95	15 5'. 7	— 0 4'. 7
10 août	—	Saint-Clar	9 14 — 9 47 mat.	14 59'. 85	15 4'. 35	— 0 4'. 5
10 août	—	Plieux	3 15 — 3 42 soir.	15 2'. 15	15 6'. 75	— 0 4'. 6
11 août	—	Miradoux	9 2 — 9 35 mat.	14 58'. 4	15 2'. 85	— 0 4'. 45
11 août	—	Mansonville	3 29 — 3 44 soir.	14 59'. 55	15 5'. 45	— 0 5'. 9
12 août	—	Auvillars	8 56 — 9 29 mat.	14 53'. 25	15 3'. 0	— 0 9'. 75
12 août	—	Valence-d'Agen	3 20 — 3 50 soir.	14 57'. 45	15 6'. 80	— 0 9'. 35
17 septembre	—	Cazères	3 54 — 4 48 soir.	14 49'. 8	15 4'. 7	— 0 14'. 9
18 septembre	—	Montesquieu-Volvestre	10 14 — 10 55 mat.	14 43'. 4	15 9'. 9	— 0 26'. 5

COMPOSANTE HORIZONTALE

16 juin	1895	Montastruc	7h 12m — 9h 15m mat.	0, 218 38	0, 196 78	+ 0, 021 60
23 juin	—	Grisolles	6 54 — 9 29 mat.	0, 217 34	0, 196 53	+ 0, 020 81
23 juin	—	Grisolles	3 48 — 6 12 mat.	0, 217 47	0, 196 70	+ 0, 020 77
7 juillet	—	L'Isle-Jourdain	6 49 — 8 50 mat.	0, 217 94	0, 196 48	+ 0, 021 46
21 juillet	1895	Carbonne	6 38 — 8 26 mat.	0, 220 25	0, 196 62	+ 0, 023 63
30 octobre	—	Boussens	7 50 — 8 46 mat.	0, 220 39	0, 196 33	+ 0, 024 06
31 octobre	—	Montréjeau	7 53 — 10 8 mat.	0, 219 62	0, 196 50	+ 0, 023 12
1 novembre	—	Lannemezan	7 50 — 9 46 mat.	0, 219 64	0, 196 54	+ 0, 023 10
2 novembre	—	Riscle	7 54 — 9 44 mat.	0, 216 84	0, 196 59	+ 0, 020 25
3 novembre	—	Vidouze	7 46 — 9 50 mat.	0, 218 03	0, 196 52	+ 0, 021 51
1 décembre	—	Moissac	7 46 — 9 39 mat.	0, 216 23	0, 196 79	+ 0, 019 44
25 mars	1896	Montauban-Beausoleil	7 24 — 9 6 mat.	0, 216 97	0, 196 74	+ 0, 020 23
25 mars	—	Montauban-gare	4 34 — 5 25 soir.	0, 216 83	0, 196 64	+ 0, 020 19
7 avril	—	Verdun-sur-Garonne	6 43 — 8 52 mat.	0, 216 93	0, 196 79	+ 0, 020 14
8 avril	—	Montech	6 59 — 8 56 mat.	0, 216 74	0, 196 83	+ 0, 019 91
9 avril	—	Lavilledieu	6 24 — 8 33 mat.	0, 216 72	0, 196 91	+ 0, 019 81
10 avril	—	Les Barthes	6 35 — 9 18 mat.	0, 216 53	0, 196 96	+ 0, 019 57
11 avril	—	Lafrançaise	6 57 — 8 42 mat.	0, 216 21	0, 196 81	+ 0, 019 40
3 mai	—	Sainte-Marie (Gers)	2 7 — 3 14 soir.	0, 217 46	0, 196 80	+ 0, 020 66
4 mai	—	Solomiac	3 23 — 5 27 soir.	0, 217 07	0, 197 11	+ 0, 019 96
5 mai	—	Beaumont-de-Lomagne	9 47 — midi 9	0, 217 21	0, 196 83	+ 0, 020 38
8 juillet	—	Fronton	6 34 — 8 14 mat.	0, 217 55	0, 196 77	+ 0, 020 78
9 juillet	—	Villebrumier	6 41 — 8 27 mat.	0, 217 41	0, 196 79	+ 0, 020 62
10 juillet	—	Labastide-Saint-Pierre	6 31 — 8 28 mat.	0, 217 36	0, 196 70	+ 0, 020 66
11 juillet	—	Bressols	6 25 — 8 9 mat.	0, 217 20	0, 196 80	+ 0, 020 40
4 juillet	—	Grenade	10 3 — 11 26 mat.	0, 217 85	0, 196 85	+ 0, 021 00
5 juillet	—	Aucamville	7 3 — 8 33 mat.	0, 217 44	0, 196 67	+ 0, 020 77
6 juillet	—	Comberouger	8 54 — 10 30 mat.	0, 217 37	0, 196 58	+ 0, 020 79
7 juillet	—	Escazeaux	6 50 — 8 32 mat.	0, 217 67	0, 196 97	+ 0, 020 70
9 juillet	—	Esparsac	6 18 — 7 53 mat.	0, 217 17	0, 196 97	+ 0, 020 20
10 juillet	—	Lavit	6 22 — 7 56 mat.	0, 217 15	0, 197 01	+ 0, 020 14

DATES		STATIONS	HEURES (Temps moyen de Paris)	COMPOSANTE HORIZONTALE Station.	Parc.	Δ Station-Parc
30 juillet	1896	Saint-Arroumex	2h47m — 5h 7m soir.	0, 216 75	0, 196 99	+ 0, 019 76
31 juillet	—	Saint-Nicolas-de-la-Grave	6 9 — 6 48 mat.	0, 216 46	0, 196 97	+ 0, 019 49
1 août	—	Castelmayran	6 41 — 8 16 mat.	0, 216 53	0, 196 87	+ 0, 019 66
6 août	—	Saint-Paul-sur-Savre	6 53 — 8 21 mat.	0, 218 33	0, 196 93	+ 0, 021 40
7 août	—	Cadours	7 1 — 8 30 mat.	0, 218 01	0, 196 52	+ 0, 021 49
7 août	—	Cox	4 17 — 5 50 soir.	0, 217 31	0, 197 03	+ 0, 020 28
8 août	—	Cologne	6 26 — 7 55 mat.	0, 217 55	0, 196 72	+ 0, 020 83
8 août	—	Mauvezin	3 38 — 4 59 soir.	0, 217 68	0, 196 95	+ 0, 020 73
9 août	—	Marignac	7 16 — 8 40 mat.	0, 216 95	0, 196 60	+ 0, 020 35
9 août	—	Tournecoupe	5 22 — 6 38 soir.	0, 217 00	0, 197 09	+ 0, 019 91
10 août	—	Saint-Clar	6 22 — 7 55 mat.	0, 216 76	0, 196 72	+ 0, 020 04
10 août	—	Plieux	5 10 — 6 28 soir.	0, 216 78	0, 196 96	+ 0, 019 82
11 août	—	Miradoux	6 19 — 7 44 mat.	0, 216 25	0 196 78	+ 0, 019 47
12 août	—	Auvillars	6 26 — 7 57 mat.	0, 215 84	0, 196 71	+ 0, 019 13
12 août	—	Valence-d'Agen	4 23 — 5 29 soir.	0, 216 07	0, 197 05	+ 0, 019 02
17 septembre	—	Cazères	8 3 — 9 38 mat.	0, 220 36	0, 196 66	+ 0, 023 70
				INCLINAISON		
16 juin	1895	Montastruc	4h55m — 5h45m soir.	61° 9'. 6	65° 1'. 7	— 3° 52'. 1
23 juin	—	Grisolles	11 15 — midi	61 12'. 9	65 2'. 2	— 3 49'. 3
7 juillet	—	L'Isle-Jourdain	10 15 — 11 20 mat.	61 8'. 6	65 3'. 1	— 3 54'. 5
7 juillet	—	L'Isle-Jourdain	2 23 — 3 13 soir.	61 8'. 3	65 2'. 5	— 3 54'. 2
14 juillet	—	Vaours	3 45 — 4 20 soir.	61 28'. 7	65 2'. 6	— 3 33'. 9
21 juillet	—	Carbonne	10 5 — 11 5 mat.	60 52'. 35	65 4'. 2	— 4 11'. 85
5 novembre	—	Boussens	7 40 — 9 5 mat.	60 35'. 5	65 2'. 5	— 4 27'. 0
31 octobre	—	Montréjeau	2 20 — 3 50 soir.	60 44'. 7	65 3'. 45	— 4 18'. 75
1er novembre	—	Lannemezan	2 52 — 4 5 soir.	60 50'. 5	65 3'. 5	— 4 13'. 0
2 novembre	—	Riscle	2 40 — 4 45 soir.	61 20'. 3	65 3'. 5	— 3 43'. 2
3 novembre	—	Vidouze	3 15 — 4 20 soir.	61 17'. 6	65 3'. 25	— 3 45'. 7
1er décembre	—	Moissac	10 17 — 11 30 mat.	61 30'. 3	65 2'. 85	— 3 32'. 55
25 mars	1896	Montauban-Beausoleil	10 25 — 11 30 mat.	61° 25'. 1	» » »	— » » »
25 mars	—	Montauban-Gare	2 50 — 4 10 soir.	61 25'. 3	» » »	— » » »
7 avril	—	Verdun-sur-Garonne	2 30 — 4 7 soir.	61 18'. 7	65° 1'. 7	— 3° 43'. 0
7 mai	—	Verdun-sur-Garonne	2 20 — 4 20 soir.	61 16'. 7	» » »	— » » »
8 avril	—	Montech	2 33 — 4 15 soir.	61 27'. 1	65 1'. 7	— 3 34'. 6
9 avril	—	Lavilledieu	11 8 — midi 3	61 24'. 6	65 2'. 4	— 3 37'. 8
9 avril	—	Les Barthes	4 5 — 5 2 soir.	61 29'. 3	65 1'. 5	— 3 32'. 2
11 avril	—	Lafrançaise	1 48 — 3 5 soir.	61 25'. 1	65 1'. 8	— 3 36'. 7
23 mai	—	Sainte-Marie (Gers)	5 25 — 6 23 soir.	61 6'. 75	65 1'. 0	— 3 54'. 25
24 mai	—	Solomiac	11 23 — midi 12	61 29'. 4	65 1'. 7	— 3 32'. 3
25 mai	—	Beaumont-de-Lomagne	midi 28 — 1 13 soir.	61 20'. 6	65 1'. 5	— 3 40'. 9
8 juillet	—	Fronton	10 20 — 11 30 mat.	61 15'. 9	65 1'. 0	— 3 45'. 1
8 juillet	—	Villemur	3 54 — 5 46 soir.	61 18'. 3	65 1'. 2	— 3 42'. 9
9 juillet	—	Villebrumier	10 26 — 11 12 mat.	61 19'. 7	65 2'. 6	— 3 42', 9
9 juillet	—	Labastide-Saint-Pierre	6 23 — 7 5 soir.	61 23'. 0	65 0'. 9	— 3 37'. 9
10 juillet	—	Bressols	5 59 — 6 39 soir.	61 22'. 9	65 0'. 9	— 3 38'. 0
24 juillet	—	Grenade	3 5 — 4 25 soir.	61 10'. 65	65 1'. 2	— 3 50'. 55
25 juillet	—	Aucamville	4 28 — 5 30 soir.	61 11'. 65	65 1'. 2	— 3 49'. 55
26 juillet	—	Comberouger	11 13 — 11 51 mat.	61 14'. 15	65 2'. 2	— 3 48'. 05
27 juillet	—	Escazeaux	10 22 — 11 6 mat.	61 14'. 3	65 2'. 7	— 3 48'. 4
28 juillet	—	Esparsac	5 5 — 6 14 soir.	61 20'. 6	65 1'. 1	— 3 40'. 5
29 juillet	—	Lavit	4 34 — 5 13 soir.	61 22'. 8	65 1'. 25	— 3 38'. 45
30 juillet	—	Saint-Arroumex	10 42 — 11 22 mat.	61 25'. 15	65 2'. 65	— 3 37'. 5
31 juillet	—	Saint-Nicolas-de-la-Grave	11 40 — midi 13	61 29'. 95	65 2'. 2	— 3 32'. 25
1 août	—	Castelmayran	10 45 — 11 20 mat.	61 27'. 55	65 2'. 9	— 3 35'. 35
1 août	—	Castelferrus	4 30 — 5 8 soir.	61 26'. 4	65 0'. 85	— 3 34'. 45
6 août	—	Saint-Paul-sur-Savre	10 40 — 11 42 mat.	61 7'. 8	65 2'. 75	— 3 54'. 9

DATES		STATIONS	HEURES (Temps moyen de Paris.)	INCLINAISON		
				Station.	Parc.	Δ Station-Parc
6 août	1896	Thil	5h 25m — 5h 56m soir.	61° 14'. 8	65° 0'. 5	— 3 45'. 7
7 août	—	Cadours	10 11 — 10 47 mat.	61 9'. 9	65 3'. 15	— 3 53'. 25
7 août	—	Cox	3 30 — 4 6 soir.	61 13'. 95	65 1'. 15	— 3 47'. 2
8 août	—	Cologne	9 27 — 10 3 mat.	61 10', 0	65 3'. 6	— 3 53'. 6
8 août	—	Mauvezin	2 29 — 3 4 soir.	61 11'. 95	65 1'. 05	— 3 49'. 1
9 août	—	Marignac	10 31 — 11 10 mat.	61 23'. 8	65 2'. 95	— 3 39'. 15
9 août	—	Tournecoupe	4 12 — 4 46 soir.	61 26'. 5	65 0'. 95	— 3 34'. 45
10 août	—	Saint-Clar	10 14 — 10 40 mat.	61 29'. 25	65 3'. 6	— 3 34'. 35
10 août	—	Plieux	3 58 — 4 40 soir.	61 31'. 4	65 1'. 05	— 3 29'. 65
11 août	—	Miradoux	9 52 — 10 9 mat.	61 31'. 15	65 3'. 4	— 3 32'. 25
11 août	—	Mansonville	4 12 — 4 29 soir.	61 30'. 6	65 0'. 95	— 3 30', 3
12 août	—	Auvillars	9 48 — 10 6 mat.	61 32'. 45	65 3'. 45	— 3 31'. 0
12 août	—	Valence-d'Agen	1 48 — 2 4 soir.	61 30'. 25	65 1'. 3	— 3 31'. 05
16 septembre	—	Cazères	10 15 — 11 11 mat.	61 41'. 65	65 1 »	— 3 20'. »
17 septembre	—	Montesquieu-Volvestre	5 22 — 6 8 soir.	60 41'. 15	65 1 »	— 3 20'. »

Les différences Δ inscrites dans les trois tableaux précédents sont des fonctions assez lentes du temps ; leur variation annuelle est voisine de — o'25 pour la déclinaison, de — o'4 pour l'inclinaison et de quelques unités du *cinquième ordre* pour la composante horizontale. Dans un intervalle de deux ou trois années, étant donné la précision des observations magnétiques en campagne, il n'y a pas lieu de se préoccuper de leur variation. Tous les Δ d'un même tableau peuvent donc être considérés comme directement comparables, et l'on obtiendra, dans une carte *provisoire*, la forme exacte des isomagnétiques en joignant par un trait continu les points de la surface de la terre qui fournissent le même Δ pour un élément magnétique donné.

Déclinaison. — Les isogones dont les constantes Δ sont comprises entre — 4' et — 28' paraissent former un faisceau ; elles se resserrent au maximum suivant une ligne passant par Solomiac, Escazeaux, Comberouger et Labastide-Saint-Pierre. Dans cette direction, sur une longueur de 22 kilomètres, la variation de la déclinaison atteint 24 minutes, tandis qu'entre Toulouse et Auch, dont la distance à vol d'oiseau est voisine de 68 kilom., 5, la variation de cet élément n'est que de 21'6.

De part et d'autre de ce faisceau d'isogones la forme des courbes est difficile à fixer à cause du trop petit nombre de déterminations faites dans le Tarn, d'une part, dans le Gers, de l'autre, par M. Moureaux ou moi.

Ce qui est particulièrement intéressant, c'est qu'il est deux régions de la carte où mes déterminations sont assez rapprochées et où les mesures sont en discordance complète avec celles des régions voisines. La première est la partie du Tarn-et-Garonne où se trouvent Moissac, Castelsarrasin, Saint-Nicolas-de-la-Grave, Castelmayran, et qui est située entre les isogones de — 9' et de — 12'. La seconde région anormale est plus étendue que la précédente selon toute apparence. Elle comprendrait Montauban (1), Bressols, Labastide-Saint-Pierre, Villebrumier, Villemur, etc. La présence de constantes telles que — 10', — 17' entre les isogones de — 28' et de — 32', si elle n'est pas due à de simples bizarreries locales, paraît impliquer l'existence de courbes fermées.

(1) Il semble qu'il y ait une bizarrerie aux portes mêmes de Montauban. La déclinaison prise à Beausoleil et près de la gare, au sud du champ de manœuvre de la cavalerie, présente une différence de 12' environ. Le fait a été vérifié par M. Moureaux et par moi-même. La déclinaison prise une autre fois dans la région de la gare, mais plus loin, n'a plus donné qu'une différence de 6'. La question est à reprendre.

Composante horizontale. — Les lignes correspondant à des valeurs constantes de Δ sont incomparablement plus régulières que les isogones; elles sont à très faible courbure en général et à peine inclinées sur les parallèles de l'Ouest-Ouest-Sud à l'Est-Est-Nord. Visiblement, à mesure que la latitude diminue, les lignes tendent à se confondre avec les parallèles géographiques.

Cependant la régularité est loin d'être parfaite, surtout dans la région comprise entre les constantes 2010 et 2040 (exprimées en unités du 5e ordre). Les lignes 2070 et 2100 paraissent fortement tordues dans le voisinage de Gimont, Sainte-Marie, Mauvezin, Cologne, Cox et Cadours. De Cox à Cadours, la distance à vol d'oiseau n'est que de 4 kilomètres et cependant la composante horizontale varie de 121 unités du 5e ordre quand on passe de l'une à l'autre, ce qui est absolument hors de proportion avec les erreurs d'observation.

D'autres anomalies dignes d'intérêt sont présentées par Verdun-sur-Garonne, Solomiac, etc.

Inclinaison. — Les résultats les plus curieux, sans contredit, sont fournis par l'inclinaison. On peut dire que, pour cet élément, l'anomalie est partout, dans la région de Toulouse; mais elle est surtout localisée vers le milieu du quadrilatère qui a pour sommets Auch, Toulouse, Agen et Caussade. Entre les isoclines de —3° 30′ et de —4° 0′ la forme des courbes est extraordinairement compliquée. Les faits saillants sont les suivants :

1° Les isoclines comprises entre — 3° 22′ et — 3° 54′ paraissent s'étrangler dans un très petit espace dans la région de Solomiac, Mauvezin et Cologne. Quand on se déplace de 8 kilomètres sur une ligne qui va de Hamps à Sirac en passant par Saint-Georges, l'inclinaison varie de 22 minutes !

2° Les isoclines de — 3° 48′ et de — 3° 50′, si rapprochées au voisinage de Mauvezin et même de Cox, laissent entre elles un espace ovale qui paraît limité par les points suivants : Comberouger, Ségoufielle, Aucamville, Launac, Gariés, Cabenac et Cox. Un seul point s'est trouvé étudié dans l'intérieur de cet ovale, c'est Thil, qui présente une grosse anomalie de l'inclinaison ; il est probable que l'étude détaillée de cette région réservera des surprises.

3° Les isoclines de — 3° 32′ à — 3° 38 présentent un quadruple repli ; deux replis très accusés, dont les sommets sont voisins de Solomiac et Labrihe, d'une part, de Montech et Escatalens, d'autre part ; et deux autres replis en sens contraire, l'un très accusé au voi-

sinage de Lafrançaise, l'autre très écrasé dans la région de Saint-Clar, Lavit-de-Lomagne, Saint-Nicolas-de-la-Grave.

Composante verticale. — Ce qui précède montre que, dans la région étudiée jusqu'ici, l'anomalie magnétique porte surtout sur l'inclinaison et la déclinaison, la composante horizontale étant relativement très régulière. Il suit de là que l'irrégularité intéresse surtout la composante verticale qui est définie par la relation.

$$Z = H \operatorname{tg} I$$

Malheureusement, les erreurs expérimentales de H et I se reportent sur Z qui est connu avec moins de précision que les autres éléments. Le calcul complet n'a pas encore été fait ; un calcul provisoire montre néanmoins une distribution extraordinairement compliquée de Z. Cet élément présenterait des maxima relatifs à Plieux, Solomiac et Labastide-Saint-Pierre, et un minimum très prononcé à Sainte-Marie-du-Gers. Je considère les campagnes magnétiques dont j'ai l'honneur de communiquer les résultats à l'Association Française pour l'avancement des Sciences comme des *campagnes d'exploration* ayant pour but de donner la physionomie générale des lignes isomagnétiques de la région de Toulouse. Je me propose de continuer ce travail par la suite dans le but de contrôler la forme des courbes provisoires et de les étudier en quelque sorte géométriquement. Je commencerai par une campagne exclusive d'inclinaisons, ce qui me paraît présenter de sérieux avantages sur la manière de faire habituelle.

M. P. SIEUR

Professeur au Lycée de Niort.

OBSERVATIONS DE CHUTE DE FOUDRE [551.55]

— Séance du 7 août 1897 —

1° — *Deux chutes de foudre, au XVIII^e siècle, sur les églises de Niort.*

Dans cette communication nous avons conservé autant que possible le style du chroniqueur auquel nous l'avons empruntée :

Le 26 septembre 1737, sur les deux heures du matin, un orage épouvantable s'acharnait sur la ville de Niort. En moins d'un demi quart d'heure la foudre frappa quatre endroits différents. C'est d'abord la maison de l'orfèvre Neuville où un bois de lit fut pulvérisé sans que le lit ni la paillasse fussent endommagés ; puis, c'est la façade de l'église Saint-André si étrangement secouée par le fluide que « plus de vingt nids de moineaux furent projetés hors de leurs trous ». En Ribray, la toiture d'une fuye fut effrondrée et « étouffa tous les pigeons ».

Notre chroniqueur ajoute :

« C'était bien le moins qu'en cette vive alarme tous les sacristains fussent pendus aux cordes de leurs cloches. Ceux de Notre-Dame n'y manquèrent pas ; mal leur en prit, car un violent coup de foudre éventra la flèche et occasionna aux sonneurs si grande épouvante, qu'enveloppés par une immense lueur, ils se crurent en enfer. Pendant plusieurs jours on appréhenda un dérangement pour leur tête. » L'orage du 26 septembre 1737 fut donc remarquable par une forte tension électrique. Celui du 10 novembre 1793 ne l'est guère moins. Voici comment il est décrit. « Une sorte de club, connu sous le nom de *Société Populaire* tenait, ce jour-là, séance dans l'église Notre-Dame ; soudain, un orage foudroya de nouveau la flèche. Les clubistes furent épouvantés et sortirent de l'église en poussant des cris qui ameutèrent les voisins. »

La flèche dont il s'agit ici a été construite par les Anglais, disent les Niortais aux visiteurs qui admirent son port majestueux. Cette affirmation n'est pas fondée ; des documents certains nous prouvent qu'elle a été édifiée plus de cinquante ans après le départ des Anglais, à la fin des guerres de cent ans.

Aujourd'hui, le bel édifice est protégé contre les accidents de la foudre par un paratonnerre. Il n'a plus à redouter les orages qui, d'ailleurs, de nos jours, sont assez rares sur la ville de Niort. Le sommet est à 74 mètres au-dessus du sol.

2° — *Note sur deux curieuses chutes de foudre dans la plaine de Niort. en 1896 et 1897.*

Les deux chutes de foudre que je viens de signaler n'ont rien d'extraordinaire. Il n'en est pas ainsi des deux suivantes. D'ordinaire, la foudre semble frapper de préférence les clochers et les arbres; rarement elle frappe le sol, du moins dans leur voisinage.

Pendant l'orage du 20 mai dernier une chute de foudre a été observée dans les Deux-Sèvres sur le territoire de la commune de Celles. Le point frappé est au milieu d'un champ labouré formant le versant d'un coteau dont l'altitude est la même que la toiture des maisons situées à 70 mètres dans son voisinage. De petits arbres placés à 40 mètres du point frappé occupent le sommet dudit coteau. Un gros arbre dominant le tout se trouve à 120 mètres du point frappé : cet arbre a été épargné de même que les maisons.

Notre correspondant en signalant cette chute de foudre s'étonne qu'elle n'ait pas atteint de préférence les maisons ou les arbres. Il ajoute :

« Nous n'avons entendu qu'un violent coup de tonnerre suivant de très « près un brillant éclair qui a jailli brusquement d'un petit nuage noir. « Nous ne pensions même pas que ce nuage fût un orage. La foudre en « tombant ainsi a creusé un trou circulaire dont le diamètre dépasse un « mètre. A la surface du sol toute la couche de terre végétale a été enlevée ; « les pierres ont été disloquées sans être projetées. On croirait qu'on a « versé dans le trou une brouettée de pierres de différentes grosseurs en « vue de le combler. »

Deux observations découlent naturellement du récit que je viens de lire : 1° Une chute de foudre s'est produite sans qu'on ait deviné un orage dans le nuage qui l'a fournie; 2° cette chute a eu lieu en *rase campagne* dans un endroit très rapproché des maisons et des arbres. Pourquoi la foudre n'a-t-elle pas frappé les points les plus élevés ? Peut-être se trouvait-il une masse métallique sur le point frappé ? Nous n'avons pas les renseignements suffisants pour résoudre cette question qu'il nous a paru néanmoins intéressant de noter. Chaque jour la foudre, par ses curieux effets, provoque notre étonnement et trop souvent, hélas ! cause la mort de nos amis.

Tel est le cas suivant analogue à la chute de Celles et qui a eu lieu le 8 septembre 1896. Vers 2 heures de l'après-midi, M. Paul Perrain, maire et conseiller général, chassait dans la plaine aux environs de Chef-Boutonne (Deux-Sèvres). De gros cumulus blancs garnissaient l'horizon. Seul un *petit nuage sombre* planait au-dessus du chasseur. Soudain, et sans apparence d'orage, un éclair se détache du *petit nuage;* des personnes dans le voisinage ont aperçu l'éclair et entendu une formidable détonation. En une seconde, M. Perrain est tombé foudroyé. Ses vêtements ont été déchiquetés, son chapeau de paille a été pulvérisé; la veste, la chemise, le pantalon et les chaussettes de l'infortuné chasseur étaient déchirés; les guêtres en cuir et ses souliers étaient réduits en lanières. Un des souliers a été projeté à trois mètres. Le chien du foudroyé est resté couché auprès de son maître léchant l'une des jambes mise à nu par le fluide. Particularité étonnante : le fusil chargé et les cartouches étaient intacts.

Un médecin appelé à constater le décès de l'honorable maire de Chef-Boutonne n'a signalé qu'une congestion de la face et une plaie contuse à la nuque sur une largeur de 10 centimètres carrés; les cheveux étaient brûlés à l'entour de cette marque, indice probable de la trace du fluide.

Voilà donc une victime de la foudre qui a succombé sans qu'il y ait eu d'orage proprement dit, et dans la plaine. C'est là un cas identique à celui de la commune de Celles. J'appellerai l'attention de nos collègues sur ces bizarres phénomènes qui sont de nature à détruire cette légende « que la foudre ne frappe que les lieux élevés ».

M. P. SIEUR

Professeur au Lycée de Niort.

FOUDRE GLOBULAIRE [551.55]

— Séance du 7 août 1897 —

Au Congrès de Caen j'ai eu l'honneur de signaler à la section de météorologie 4 cas de foudre globulaire dans le département des Deux-Sèvres ; aujourd'hui je puis lui en fournir deux autres. Je transcris intégralement la communication qui m'en a été faite par un honorable collègue de la Commission départementale, M. Vander Cruyssey, ancien percepteur de Niort :

Pendant l'été de 1853 un violent orage s'est abattu sur la commune du Beugnon. Je me trouvais dans une ferme en même temps que deux enfants âgés de 12 à 13 ans. Ces derniers étaient à l'abri de la pluie sous la porte de l'étable contenant 25 bêtes à cornes. Devant eux une cour en pente s'étendant à une vingtaine de mètres jusqu'à une grande mare où était un peuplier. Soudain une *boule de feu* de la grosseur d'une pomme apparaît au sommet du peuplier. Nous la voyons descendre lentement de branche en branche et suivre le tronc. Elle roula sur le sol de la cour *très lentement*, semblant chercher son chemin parmi les flaques d'eau ; elle arriva ainsi à la porte sous laquelle se tenaient les enfants. L'un d'eux eut le courage de la toucher avec son pied ; aussitôt une détonation épouvantable ébranle les murs de la ferme, les deux enfants sont jetés à terre sans aucune blessure ; mais 11 pièces de bétail furent tuées dans l'étable.

Autre cas, raconté également par M. Vander :

C'était au mois de juin 1884, par une journée très chaude ; de petits nuages noirs apparaissaient à l'horizon. Je me trouvais à ce moment dans la plaine qui forme la commune de Sansais. Soudain un coup de tonnerre, sans roulements antérieurs, éclate comme une série de pétards d'un feu d'artifice. Peu après un second coup de tonnerre semblable au premier. A ce moment je rencontre un de mes amis qui venait sur la route en sens opposé. Il m'aborde en disant : « Ah ! mon cher Vander, je viens d'avoir grand'peur. » Il avait l'air profondément ému. Je lui demande naturellement l'explication de son effarement. Il répond : « Tu vois là-bas ce gros ormeau près de la mare de la métairie de Cubagne. En passant, j'ai vu

sortir au pied de l'arbre une fumée grise. Je m'avance pour éteindre ce qui me semble un commencement d'incendie. Au moment où j'allais mettre le pied sur les broussailles qui brûlaient, j'aperçois une boule de feu qui éclate et me renverse. Je n'ai ressenti aucun mal, mais je ne suis pas encore remis de l'émotion que m'a causée cette explosion que tu as dû entendre ?

M. Vander qui nous a transmis ces détails affirme que son ami n'a point été victime d'une illusion ; il a réellement vu le globe de feu qui en se divisant a produit la détonation que lui-même avait entendue.

Je n'ajouterai aucun commentaire au récit de mon honorable collègue.

M. L. TEISSERENC DE BORT

Secrétaire général de la Société météorologique de France, à Paris.

MÉTHODES SIMPLIFIÉES POUR LA DÉTERMINATION DES MOUVEMENTS DES NUAGES (1)

[551.51]

— Séance du 12 août 1897 —

L'importance de l'observation des nuages au point de vue de leurs formes typiques, du sens de leurs déplacements horizontaux et verticaux, enfin de leur vitesse, s'affirme de jour en jour et les dernières conférences météorologiques internationales ont travaillé avec persévérance à organiser ces études sur un plan uniforme dans les différents pays du globe.

L'observation des formes typiques des nuages et de la direction que suivent les différentes couches à un moment donné est à la portée d'un grand nombre d'observateurs ; parce qu'elle n'exige que des

(1) D'après les recherches poursuivies à l'observatoire de Météorologie dynamique de Trappes.

instruments simples. La définition et description des formes de nuages qui se classent en :

Ci — Cirrus.....	Cu-N — Cumulo-nimbus.
Ci-S — Cirrus-stratus.....	S — Stratus.
Ci-Cu — Cirro-cumulus.....	Fr-Cu — Fracto-cumulus.
A-Cu — Alto-cumulus.....	Fr-N — Fracto-nimbus.
A-S — Alto-stratus.....	Fr-S — Fracto-stratus.
S-Cu — Strato — cumulus.....	S-cf — Stratus-cumuliformis.
N — Nimbus.....	N-cf — Nimbus-cumuliformis.
Cu — Cumulus.....	M-Cu — Mammato-cumulus.

a été donnée en détail dans l'Atlas International des nuages. Je ne m'étendrai pas plus longtemps sur ce sujet.

L'observation du mouvement des nuages est faite ordinairement à l'aide d'un miroir divisé dans lequel on observe le déplacement d'un point du nuage vu par réflexion. La direction s'obtient ainsi de façon très facile et suffisamment exacte pour l'objet qui nous occupe. Comme on le sait, la direction des nuages concorde rarement d'une façon complète avec celle du vent. Les travaux de plusieurs météorologistes et en particulier de M. Hildebrandsson, ont fait voir que les nuages ont une direction plus à droite que le vent inférieur et que l'angle entre le vent et la ligne suivie par le nuage est variable suivant la position par rapport au centre de haute ou de basse pression et peut atteindre 90°. Il y a même des cas comme dans certains jours orageux par exemple où le vent et les nuages ont des directions à peu près opposées. On conçoit donc tout l'intérêt qui s'attache à la détermination précise de la marche des nuages qui nous renseigne très utilement sur le sens des divers courants de l'atmosphère.

L'observation de la forme caractéristique des nuages qui se trouvent dans ces divers courants, permet dans une certaine mesure de juger de la hauteur à laquelle coulent ces nappes d'air parce qu'il y a une relation assez nette entre certaines formes de nuages et l'altitude à laquelle ils se trouvent.

La mesure du mouvement des nuages ne peut être faite sans une détermination de la position exacte de ces nuages dans l'atmosphère, détermination à laquelle on procède à l'aide de théodolites à visée directe ou munis d'une chambre noire photographique, qui permet de prendre de deux points différents des images exactement repérées d'une portion du ciel. Cette dernière méthode offre sur la précédente le très grand avantage d'éviter des erreurs qui viennent de ce que les observateurs ne visent pas le même point aux deux stations ; de plus

une plaque photographique même de dimension restreinte, présente l'image d'un grand nombre de points vus aux deux stations et permet ainsi de calculer les triangles de position de tous ces points si on le juge nécessaire.

La méthode photographique nécessite l'emploi d'instruments plus coûteux que les théodolites ordinaires, oblige à des manipulations photographiques, à des mesures sur les plaques et à des calculs beaucoup plus longs que la triangulation par visée directe.

Néanmoins à cause de sa précision et des moyens de contrôle nombreux qu'elle donne, elle est employée d'une façon générale pour l'étude des mouvements des nuages dans presque toutes les stations qui se livrent à ces recherches.

Le principe des deux méthodes est du reste le même. On détermine les éléments nécessaires pour calculer le triangle formé par les lignes de visées qui partent des deux stations situées aux extrémités de la base pour aboutir au point du nuage que l'on veut mesurer. Pratiquement cette détermination se fait en calculant le triangle (projection verticale du premier), qui est défini dans les deux plans verticaux qui passent par les extrémités de la base et par le nuage, et dont deux angles sont donnés par la lecture du cercle azimutal du théodolite à chacune des deux stations. L'angle au sommet que font entre eux ces deux plans est la parallaxe du nuage.

La hauteur du nuage se calcule ensuite par l'angle vertical que fait la ligne de visée avec l'horizon, à l'une quelconque des deux stations. Comme la parallaxe est à peu près proportionnnée à la distance pour une forme de triangle donné, il en résulte qu'on peut admettre que les erreurs qu'on peut commettre sur la distance du nuage peuvent s'évaluer, par le rapport de l'erreur de pointé (ou de visée en azimut) à la parallaxe. Par exemple si on commet une erreur de pointé de $3'$ dans l'évaluation des angles mesurés sur les plaques avec une parallaxe de $2°\ 20'$ soit 140^{l} d'arc $\frac{3}{140}$ l'incertitude sur la distance pourra atteindre $1/47^{e}$ ce qui, si le nuage est à $9^{k},400^{m}$ correspond à une incertitude de 200^{m}. On voit de suite qu'il y a un avantage considérable à se placer dans les conditions où la parallaxe est grande, ce qu'on obtient soit en choisissant des nuages rapprochés, soit en augmentant la longueur de la base. Il y a cependant une limite assez étroite imposée par la forme même des nuages ; en effet dès que la parallaxe augmente sensiblement et qu'ainsi les angles sous lesquels les nuages sont vus des deux stations sont très différents, la perspective déforme tellement l'aspect des nuages (surtout pour ceux qui ont un volume

considérable), qu'il est impossible d'identifier sûrement les mêmes points sur les deux clichés. Il faut, dans la pratique, se borner à des parallaxes d'environ 15° ; encore pour certains nuages cumuliformes est-il préférable de rester un peu au-dessous. On conçoit que cette condition, qui tient à la nature même des objets visés, limite beaucoup la précision des mesures ; aussi doit-on se placer dans les meilleures conditions pour mesurer avec exactitude le déplacement des nuages. Ces déplacements sont donnés par la différence de position dans l'espace des mêmes points du nuage à deux intervalles de temps très courts ; pour les nuages de faibles altitudes et situés vers 35° au-dessus de l'horizon, l'intervalle entre deux poses ne peut guère dépasser de 70 à 120 secondes, sous peine de voir le nuage subir des transformations qui ne permettent plus d'identifier les points photographiés à la première pose. Pour les nuages élevés et surtout les cirrus, dont les modifications sont moins sensibles, on peut laisser de 3 à 4 minutes d'intervalle entre deux poses. On conçoit qu'il est beaucoup plus difficile d'obtenir avec la même approximation l'espace parcouru par le nuage entre les deux poses que la distance qui sépare l'observateur du nuage.

En effet, la longueur du chemin parcouru par le nuage et sa direction résultent de la différence des deux mesures absolues qui peuvent être affectées chacune d'erreurs. Ces erreurs sont souvent presque de l'ordre de la quantité que l'on se propose de déterminer. Pour rendre les erreurs les plus petites possibles, il faut prendre en considération les trois conditions suivantes :

1° Choisir des nuages hauts sur l'horizon (à la condition qu'ils présentent des accidents bien nets, se prêtant aux mesures sur les clichés), parce qu'alors ces nuages sont peu éloignés et que ces erreurs sont assez faibles en valeur absolue.

2° Photographier une région du ciel en plaçant les théodolites aussi près que possible de la normale à la base de façon à avoir une parallaxe assez grande.

3° Ces deux conditions étant remplies, la précision sera beaucoup augmentée encore si le mouvement du nuage a lieu à peu près parallèlement à la base.

On conçoit que dans bien des cas, ces conditions ne peuvent être réalisées, et qu'alors on obtient des vitesses un peu variables pour des points voisins et des directions un peu incertaines. Il est vrai de dire que les erreurs de pointé n'étant pas systématiques, il suffit de

mesurer un grand nombre de points pour les éliminer, mais tous les clichés ne présentent pas de nombreux points se prêtant à un pointé précis et de plus ce travail exige un temps considérable.

Nous avons cherché, à l'observatoire de Météorologie dynamique, comment on pourrait exécuter ces mesures du mouvement des nuages dans les stations qui ne peuvent y consacrer qu'un temps limité et des ressources restreintes.

Dans ce cas on doit se contenter d'étudier les mouvements d'ensemble des différentes couches des nuages sans vouloir analyser les mouvements propres des divers nuages, *mesures par les hauteurs calculées et des directions et vitesses relatives observées.*

Les simplifications que nous recommandons portent à la fois sur les instruments et sur les méthodes. Nous avons dit précédemment (ainsi que je l'ai exposé à la réunion générale du conseil du Bureau Météorologique en 1896 et en 1897), qu'on pouvait déterminer la hauteur des nuages à l'aide de chambres noires simples dans lesquelles un prisme vient former l'image de l'horizon servant de repère, on peut d'autre part observer directement la direction des nuages et leur vitesse relative ainsi que l'a montré il y a fort longtemps M. Renou, en observant le déplacement de l'image du nuage dans un miroir et en notant le temps que l'image d'un point met à parcourir une distance donnée par le miroir et tenant compte de la hauteur de l'œil de l'observateur au-dessus du miroir. C'est le principe du néphoscope de M. Renou, dans lequel on note le temps qu'un nuage met à parcourir horizontalement sa hauteur, de celui de Finemane qui se prête à des mesures plus rapides et de la plupart des néphoscopes à miroir. On peut aussi noter le temps que les nuages mettent à traverser le champ d'une lunette, etc. Enfin nous employons concurremment avec le miroir à l'observatoire de Trappes, la chambre noire et la herse néphoscopiques dues à l'un de mes collaborateurs, M. L. Besson, instruments qui facilitent singulièrement la détermination des directions et vitesses relatives des nuages et augmentent beaucoup la précision de ces mesures. Lorsqu'on a ainsi déterminé d'une part la hauteur d'une couche de nuages par une triangulation photographique (ou autre), qu'on a déterminé le sens du mouvement de cette couche et la vitesse angulaire, ou la vitesse relative par rapport à la hauteur de divers points de cette couche, on a tous les éléments voulus pour préciser les mouvements des nuages en valeur absolue. Les mesures de vitesse relative peuvent être faites avec les instruments que nous employons à 1/20^{e} près. Pour obtenir la même précision dans les vitesses absolues il faut connaître la distance ou

plus simplement la hauteur avec une approximation analogue, ce qui suppose que pour des nuages du genre :

Cumulus (vers 2.000^{m}) on connaît la hauteur à 130^{m} près.
Alto-cumulus (vers 4.000^{m}) on connaît la hauteur à 260^{m} près.
Cirrus (vers 7.500^{m}) on connaît la hauteur à 500 mètres près.

Ces résultats nous pouvons les obtenir assez facilement avec une base assez petite 3 à 400^{m}, ce qui simplifie beaucoup la prise simultanée des clichés. Avec une petite base de ce genre il y a : 1° économie de temps pour se rendre aux deux stations ; 2° économie de personnel parce qu'il est possible à un seul observateur de garnir les deux appareils de leurs châssis et de les déclancher au même instant à l'aide d'une communication électrique ; 3° facilité de mesure sur les clichés parce qu'on peut mettre les deux chambres noires dans la même direction et que les déformations perspectives sont réduites au minimum. Le seul inconvénient de cette méthode consiste en ce qu'on ne détermine pas les mouvements verticaux des nuages, mais cette détermination peut être faite en procédant à plusieurs visées photographiques séparées par un intervalle de temps assez long, au moins 5 minutes ; alors les déplacements verticaux pendant ce long intervalle de temps sont assez grands pour être bien supérieurs aux erreurs d'observation ; il va de soi qu'avec des poses séparées par un intervalle de temps aussi grand, il ne faut pas songer à identifier les mêmes points sur des clichés successifs, mais seulement comparer les hauteurs successives des bases et sommets des nuages. On n'a ainsi qu'un résultat général pour l'ensemble de la couche, mais ce résultat n'en est pas moins significatif. Tel est dans l'état actuel de la question, la méthode la plus simple et d'une précision suffisante que nous pouvons recommander aux météorologistes qui désireraient se livrer à des recherches sur les nuages. L'installation complète des deux postes d'observation, chambres noires, objectifs de précision, ligne téléphonique ou télégraphique, néphoscopes peut être faite pour moins de 1.000 francs et un seul observateur, nous l'avons dit, peut procéder à toutes ces mesures.

M. E. MARCHAND

Directeur de l'Observatoire du Pic du Midi.

APPAREILS POUR LA MESURE DES HAUTEURS ET DES VITESSES DES NUAGES

[551.51]

— Séance du 12 août 1897 —

Depuis une dizaine d'années déjà, des mesures de hauteur de nuages ont été faites en divers observatoires par la méthode de triangulation qui consiste à viser le même point d'un nuage, des deux extrémités d'une base de longueur connue, au moyen de deux théodolites appropriés : la connaissance de la longueur de la base et des angles (hauteurs et azimuts) mesurés à chacune de ses extrémités permet ensuite de calculer la position et par suite la hauteur du nuage observé. Si l'on a fait deux observations de ce genre, sur un même nuage, à deux instants déterminés, on peut évidemment obtenir la vitesse de son déplacement.

On doit toutefois remarquer que l'emploi de cette méthode exige deux observateurs visant simultanément le même nuage aux deux extrémités de la base. Ces deux observateurs doivent de plus se concerter et s'entendre sur le point du nuage à viser ; et, comme la base doit être assez longue (mille ou quinze cents mètres et plus, pour les cirrus), cette entente n'est possible que s'ils sont reliés par une ligne téléphonique.

Ainsi, cette méthode, simple en théorie, présente dans la pratique une assez grande complication. Mais son principal inconvénient est dans les frais considérables qu'entraînent de telles observations.

Il y avait donc lieu de la simplifier. C'est à quoi s'est appliqué M. Teisserenc de Bort, l'éminent météorologiste du Bureau central de France. Dès 1894, il avait présenté à Paris, à la réunion annuelle des délégués des commissions de météorologie, un théodolite photographique destiné à ce genre d'observations. Sans insister sur la description de cet appareil, disons seulement qu'au lieu de viser un

même point d'un nuage (ce qui exige une longue entente et n'est jamais très sûr), les deux observateurs font simplement deux photographies simultanées d'un même nuage sur lequel ils dirigent ensemble les axes optiques de deux chambres noires montées en forme de théodolites. Ces chambres renferment des réticules qui s'impriment sur les épreuves photographiques et permettent de ramener les angles mesurés sur les cercles à ce qu'on aurait obtenu pour un point quelconque du nuage, bien visible sur les deux photographies simultanées. Ainsi pratiquée, la méthode est plus rapide, plus sûre, moins pénible, mais n'est pas moins coûteuse que dans sa première forme.

M. Teisserenc de Bort a du reste organisé, à ses frais, depuis deux ans environ, un observatoire météorologique de premier ordre situé à Trappes, non loin de Versailles, et destiné spécialement à l'étude précise des nuages par la méthode photographique qui vient d'être sommairement décrite.

J'ai cherché de mon côté, dès 1894, à simplifier encore davantage cette méthode de triangulation.

Le problème que je me suis posé est celui-ci : au moyen d'appareils simples et peu coûteux, faire, lorsque les circonstances sont favorables, des observations rapides pouvant donner les éléments nécessaires à la détermination approchée de la hauteur des nuages, et d'ailleurs, remplacer le calcul trigonométrique de cette hauteur par un procédé mécanique rapide et suffisamment précis.

Il faut bien remarquer les termes de cet énoncé : je n'ai pas essayé de réaliser un appareil donnant une *grande précision* et permettant d'opérer dans *toutes les circonstances* qui se présentent ; pour cela, je crois que les théodolites de M. Teisserenc de Bort ne peuvent pas être remplacés par quelque chose de plus simple. Mais, si l'on ne veut que profiter des circonstances les plus favorables pour obtenir facilement, en peu de temps et à peu de frais, des documents utiles sur la hauteur et la marche des nuages, on pourra, je crois, employer les appareils que je vais décrire.

Ces appareils n'ont pas reçu la sanction définitive de l'expérience et sont encore à l'étude : je m'occupe en ce moment d'en réaliser un modèle définitif, grâce à la subvention que l'Association française a bien voulu m'accorder pour cela, cette année. Mais je crois utile cependant d'en indiquer dès à présent le principe, et je présenterai, au prochain Congrès de l'Association, les résultats qu'ils m'auront donnés.

Je place, aux deux extrémités d'une base de longueur connue (horizontale ou non), deux chambres noires photographiques, sans soufflets, dont l'axe optique est rendu parfaitement vertical. Ces chambres

noires n'ont pas d'objectif; celui-ci est remplacé par une petite ouverture (de 1, 2 ou 3.... dixièmes de millimètre de diamètre selon les cas) qui donne, comme on sait, une image suffisamment nette des objets extérieurs.

Si l'ouverture en question est à 8 ou 10 centimètres seulement de la plaque photographique, et que celle-ci soit un carré de 25 à 30 centimètres de côté, le champ de l'instrument sera très grand et embrassera le ciel depuis le zénith jusqu'à une certaine distance de l'horizon, c'est-à-dire toute la partie où l'on peut espérer de déterminer des nuages avec quelque précision. L'image se formera d'ailleurs sur la plaque sans que les rayons lumineux soient en aucune façon déviés par l'objectif; elle sera la perspective exacte des nuages existant dans l'atmosphère.

La plaque est du reste *orthochromatique* et recouverte d'une vitre jaune à faces bien parallèles dont l'effet n'est que de déplacer, d'une très petite quantité facile à déterminer, les parties de l'image les plus éloignées du centre. Sur cette vitre jaune est tracé, avec un diamant, un réticule formé de deux lignes perpendiculaires passant par son centre. C'est ce point central du réticule qui doit se trouver exactement dans la verticale de l'*ouverture objective* (1) lorsque la chambre est placée *bien horizontalement* sur son pied, le châssis négatif en dessous, l'ouverture en question en dessus regardant le zénith.

D'autre part, les deux droites perpendiculaires qui forment le réticule sont exactement parallèles aux parois latérales de la chambre, et celles-ci peuvent être exactement *orientées* au moyen de pinnules qu'elles portent et de repères déterminés une fois pour toutes.

Les deux chambres étant ainsi disposées, deux observateurs postés auprès d'elles font *deux photographies simultanées de l'ensemble du ciel*. Ces deux observateurs n'ont pas à s'entendre sur le nuage visé, puisqu'ils font deux photographies *d'ensemble*; et la simultanéité s'obtient simplement en comparant, quelques minutes avant l'observation, deux chronomètres ou deux bonnes montres qu'ils emportent.

Il devient donc inutile de les relier par une ligne téléphonique et l'opération est en somme des plus simples.

Malgré la petitesse de l'ouverture, le temps de pose n'est que de deux ou trois secondes pour les cas ordinaires (on remarquera qu'il n'y a aucune absorption de lumière par l'objectif), avec les plaques extra-rapides au gélatino-bromure.

(1) J'appelle ainsi, pour abréger, la petite ouverture qui remplace l'objectif ordinaire des chambres noires. Cette ouverture doit être pratiquée dans une lame de métal et avoir la forme d'un tronc de cône circulaire très évasé vers l'extérieur afin que les rayons obliques puissent pénétrer dans la chambre.

Cela sans doute est loin de l'instantanéité, et les nuages peuvent se déplacer pendant la pose, s'ils ont une grande vitesse. Alors l'image perd sa netteté relative et il devient préférable d'augmenter le diamètre de l'ouverture pour réduire le temps de pose. Aussi la chambre noire doit-elle être munie d'un dispositif quelconque permettant de faire varier ce diamètre à volonté depuis $0^{mm}1$ jusqu'à 1 millimètre (1).

Lorsqu'on a obtenu ainsi deux épreuves négatives simultanées, on cherche à reconnaître sur chacune d'elles un ou plusieurs points de la couche nuageuse. Cela n'est facile que si l'on a opéré dans des conditions convenables, c'est-à-dire avec un ciel dans lequel les nuages aient des contours bien nets et des vitesses peu considérables. On mesure ensuite sur chaque épreuve les deux coordonnées des divers points qu'on a pu identifier, par rapport aux deux lignes du réticule considérées comme des axes de coordonnées. Cette mesure doit être faite avec une assez grande précision.

Voici maintenant comment on peut déterminer, *sans aucun calcul*, la position dans l'espace des points considérés.

Sur une grande table, bien horizontale et parfaitement plane, on fixe deux petites colonnes de cuivre cylindriques et creuses, de même hauteur (environ 7 centimètres), si les deux stations photographiques sont au même niveau, de hauteur inégale dans le cas contraire, dont la distance représente, à une échelle convenable, la longueur de la base entre les deux stations. Pour fixer les idées, supposons que cette longueur de base soit de 2.000 mètres, avec une différence de niveau de 50 mètres entre les deux extrémités, et que les hauteurs à mesurer ne dépassent pas 6.000 mètres.

On fixera les deux colonnes à 400 millimètres l'une de l'autre (1 millimètre représente alors 5 mètres), et on donnera à l'une d'elles une hauteur supérieure de 10 millimètres à celle de l'autre.

Dans l'intérieur de chaque colonne entre, à frottement doux, une tige cylindrique terminée à la partie supérieure par une petite fourchette dont les deux branches ont environ 3 centimètres de longueur.

Chacune de ces fourchettes supporte une longue réglette de bois parfaitement rectiligne au moyen d'un pivot traversant, non pas un simple trou percé dans la réglette, mais une fenêtre étroite et allongée, pratiquée dans son épaisseur, de manière que le point d'appui de cette règle sur la colonne puisse varier de 10 à 12 centimètres dans le sens de la longueur de la règle.

(1) Si au moment de l'opération, le soleil est dans le champ de l'instrument, il faut prendre la précaution de placer, dans sa direction, un petit écran circulaire d'environ 1 centimètre de diamètre dont l'ombre vienne se projeter sur l'ouverture objective.

D'autre part, la fenêtre n'est pas placée au milieu de cette longueur; elle est beaucoup plus rapprochée d'une des extrémités que de l'autre ; la partie la plus courte de la règle n'a que 15 à 16 centimètres de longueur à partir du milieu de la fenêtre ; elle se termine par une pointe métallique aiguë ; l'autre partie doit avoir une longueur d'environ 1 mètre 50 centimètres.

On voit que chaque réglette est ainsi montée sur la colonne correspondante, à peu près comme une lunette sur un pied azimutal et peut prendre dans l'espace toutes les directions possibles, sauf celles qui sont très voisines de la verticale.

De plus, la longueur de la partie inférieure de la réglette, du pivot à la pointe métallique, peut varier depuis 10 jusqu'à 20 centimètres, lorsqu'on fait glisser le pivot dans la fenêtre longitudinale.

C'est la hauteur du pivot de la réglette au-dessus de la table qui constitue la hauteur réelle de la colonne correspondante, et doit être, pour l'une d'elles de 11 centimètres par exemple, tandis qu'elle sera de 10 centimètres pour l'autre.

D'autre part, pour simplifier autant que possible les opérations, la distance entre l'ouverture objective de chaque chambre noire et la plaque sensible devra être précisément égale à la hauteur de la colonne qui correspond à cette chambre dans l'appareil que nous décrivons actuellement ; avec les données prises ci-dessus, l'une des chambres noires aura donc 10 centimètres de hauteur (entre l'ouverture objective et la plaque) et l'autre 11 centimètres.

Imaginons maintenant qu'on ait tracé sur la table, au pied de chacune des colonnes de l'appareil, deux droites perpendiculaires passant par l'axe même de la colonne considérée et faisant, avec la ligne qui joint les deux colonnes, des angles exactement égaux à ceux que font les lignes du réticule (dans la chambre noire correspondante) avec la base d'opération, pendant l'obtention des épreuves photographiques simultanées. (Remarquons, en passant, que ces angles, assez faciles à mesurer une fois pour toutes, sont les seuls à déterminer avec précision, et que l'azimut de la base n'a besoin que d'être connu approximativement pour faciliter, sur les deux épreuves, la recherche des points identifiables). On pourra alors reporter sur la table, au moyen de ces lignes et des coordonnées mesurées pour un point de la couche nuageuse (coordonnées qu'on prendra sur la table *en vraie grandeur*), les deux positions que ce point occupe sur les deux épreuves négatives.

On dirigera ensuite les deux réglettes de l'appareil de manière que leur pointe inférieure vienne s'appuyer sur les deux points de la table

ainsi déterminés (pour cela, on allongera, s'il le faut, la partie inférieure des réglettes comme cela a été expliqué). Les deux règles représenteront alors les deux rayons lumineux qui, partant du nuage, sont venus, à travers les ouvertures objectives des deux chambres noires, s'imprimer sur les plaques photographiques. Elles formeront, au-dessus de la table, un triangle semblable à celui dont les sommets étaient aux deux extrémités de la base et au nuage considéré pendant l'opération photographique ; triangle placé, par rapport aux deux colonnes de l'appareil, exactement comme le triangle atmosphérique par rapport à cette base et aux verticales de ses deux extrémités. Il suffira donc de mesurer la hauteur verticale du point de rencontre des deux règles au-dessus de la table, et d'en retrancher la hauteur moyenne des deux colonnes, pour obtenir, — à l'échelle adoptée de 1 millimètre pour 5 mètres, — la hauteur du nuage au-dessus du plan horizontal passant à l'altitude moyenne des deux stations photographiques.

Si les deux réglettes ne se rencontrent pas tout à fait, on mesurera la hauteur du point où elles passent à la plus courte distance l'une de l'autre. Et l'opération, répétée sur plusieurs points d'une couche nuageuse, en donnera la hauteur moyenne avec une approximation suffisante pour les études ordinaires de météorologie dynamique.

Dans cette description sommaire de mes appareils, assez difficile à suivre sans figures, je n'ai pas insisté sur les détails de construction qu'on pourra varier et perfectionner ; je n'ai voulu qu'indiquer les principes de la méthode.

J'ajouterai cependant qu'on pourrait encore appliquer cette méthode à des parties restreintes du ciel, s'étendant par exemple de l'horizon jusqu'à une certaine hauteur dans une direction quelconque, en plaçant les deux chambres verticalement (l'axe optique horizontal) et orientant convenablement les deux plaques.

L'appareil de mesure devrait naturellement alors être modifié.

Enfin, pour obtenir plus de rapidité dans la pose des deux épreuves et plus de netteté dans les images (ce qui augmenterait le nombre de circonstances où la méthode s'appliquerait), on pourrait employer au lieu de la petite ouverture objective, un bon objectif grand angulaire, par exemple un Zeiss de très grand angle.

Il faudrait alors étudier d'avance, *minutieusement*, les déformations de la perspective introduites par l'objectif.

La méthode serait encore commode et rapide, mais déjà plus coûteuse et un peu moins simple.

M. C. Eg. BERTRAND

A Amiens.

CHARBONS HUMIQUES ET CHARBONS DE PURINS

[553.2]

— *Séance du 6 août 1897* —

1. Dans une série de monographies antérieures j'ai montré qu'il existe des charbons d'algues produits par l'accumulation rapide de petits végétaux flottants comparables à nos fleurs d'eau. La matière dominante de ces charbons est la gélose. Ces accumulations se sont faites dans une gelée brune qui se prenait en masse. Plus tard la masse organique a été soumise à une imprégnation bitumineuse. J'ai mis en évidence le rôle de ces divers facteurs de la formation des charbons d'algues dans les trois bogheads types : le kerosene shale d'Australie, le boghead d'Autun et la torbanite d'Ecosse. Ces bogheads deviennent ainsi les types d'une classe de charbons que l'on peut appeler les *charbons d'algues* ou *charbons gélosiques*.

2. Dans la présente note, je vais établir l'existence de deux nouvelles classes de charbons : les *charbons humiques* et les *charbons de purins*.

3. Le charbon le plus simple qui se puisse former est celui qui résulterait de l'accumulation de la gelée brune humique, base commune des charbons et des schistes organiques. Si les corps accidentels et le bitume qui s'ajoutent à cette gelée sont dans une proportion assez faible pour que celle-ci reste la matière dominante, nous aurons un charbon très différent des charbons d'algues, qui méritera de former le type d'une autre classe de charbons. Ces charbons de gelée brune ont une importance théorique considérable. Ils relient entre eux d'une part les charbons et les schistes organiques et d'autre part les divers charbons qui diffèrent entre eux par leurs corps accidentels dominants. Ces charbons de gelée humique permettent de se faire une idée précise des qualités de cette gelée

fondamentale. Par suite ils nous permettent de mieux comprendre son intervention dans les charbons complexes. Ce sont trois exemples de cette classe de charbons que je vais décrire brièvement (1).

A. — *Brown Oilshale de la région de Broxburn près Bathgate (Ecosse).*

4. Malgré son facies macroscopique, le Brown Oilshale est un charbon parce que la matière organique y prédomine optiquement et donne à la roche ses caractéristiques. Pondéralement la charge de la roche en matières minérales tardives s'élève à 67,18 pour cent (2).

5. Le Brown Oilshale résulte d'une accumulation de la gelée brune qui forme la trame ordinaire des schistes organiques. Cette gelée est différenciée en zones jaunes ou orangées et en zones brunes. Les zones orangées ne sont qu'un état d'humification moins avancé de la gelée fondamentale. On passe insensiblement des zones jaunes aux zones brunes. Les zones brunes sont plus chargées en corps bactérioïdes et en menus débris que les autres. Elles sont aussi beaucoup plus chargées en cristaux tardifs. Ces cristaux y sont plus gros et ordinairement dressés au lieu d'être tabulaires et couchés horizontalement. La consistance de la gelée fondamentale était plus forte dans les parties jaunes. La consistance de la gelée avant sa prise était déjà forte, car les écailles ganoïdes ne s'y enfonçaient point et les corps accidentels qu'elle contient y sont incomplètement affaissés.

6. Les deux parties de la gelée, zones brunes et zones orangées ont fait prise. La gelée s'est ensuite contractée massivement. Elle ne montre nulle part une tendance à se déchirer en réseau. Par contre, elle s'est coupée par de grandes fentes. Ses morceaux se sont déplacés en glissant les uns sur les autres. Ce travail s'est fait sous l'eau, la masse ayant la consistance d'une gelée gélosique à 7 pour mille. La plasticité de la masse lors de sa déchirure est montrée par les lambeaux pliés qu'on trouve entre les parties déplacées. Cette

(1) On doit considérer comme un *charbon* toute roche produite par une accumulation de matières organiques où celles-ci jouent un rôle prépondérant. La roche devient un *schiste organique* lorsque la matière minérale accumulée dans un substratum organique est si abondante qu'elle joue le rôle principal et que le substratum devient subordonné à la matière minérale. On passe donc des charbons aux schistes organiques par des transitions insensibles. — Dans l'industrie des charbons, le mot charbon a une extension beaucoup moindre, mais dans l'industrie des schistes bitumineux ce que l'on appelle *le schiste* par opposition aux schistes stériles comporte toute l'extension que je donne au mot charbon.

(2) Analyse de M. le professeur A. Buisine de Lille.

structure se traduit macroscopiquement par une stratification fortement disloquée visible sur les tranches verticales. — Par rapport à une écaille ganoïde la contraction verticale de la gelée est de 2,5 (1).

7. L'adhérence de la gelée aux corps accidentels qui y sont englobés était déjà complète lorsqu'elle s'est déchirée. On voit des spores et des thalles qui ont été coupés par les ruptures de la gelée dont les segments ont été plus ou moins écartés par le glissement des masses où ils sont demeurés adhérents. Aucun de ces corps n'est cependant sorti de la loge où il était enfermé. Ils faisaient corps avec la gelée entourante.

8. Par rapport aux autres charbons, la charge de la gelée fondamentale en bactérioïdes est particulièrement faible. Par suite ces corps y sont très faciles à observer. Ce sont des sphérules simples ou couplés en diplocoques de 0 μ 5 à 0 μ 8 de diamètre. Il y a quelques bâtonnets bacilloïdes de 2 μ 5 à 4 μ 6 sur 0 μ 8. Les corps en bâtonnets et en diplocoques sont couchés à plat. Les corps coccoïdes ont l'aspect de spores de bactéries, mais cet aspect est aussi celui sous lequel se présentent de très fines inclusions. A part leur forme, l'aspect des bacilloïdes est celui des coccoïdes, les plus gros contiennent des cristaux. J'ai trouvé les corps bactériformes dans un grand état de pureté sur la surface muqueuse des thalles de l'*Epipolaïa Bowerï*. Ces corps sont fortement individualisés par rapport à la gelée fondamentale, ils s'en séparent par la taille. On les voit isolés dans les cristaux tardifs. Il ne m'a pas été possible d'établir la nature de ces corps bactériformes ; ainsi je n'ai pu démontrer que ce sont les restes d'organismes figurés comme des bactéries. Ce résultat aurait rendu très vraisemblable l'origine bactérienne de la gelée fondamentale.

9. Les corps accidentels n'interviennent que d'une façon inappréciable dans le Brown Oilshale, moins de 0,001. Il y a cependant des spores, des grains de pollen, de menus débris humifiés, des fleurs d'eau indiqués par quelques très rares thalles d'*Epipolaïa Bowerï*. De loin en loin on voit une écaille ganoïde ou un fragment d'os. Tous ces corps sont parfaitement conservés. Leur lecture reste difficile, le bitume qui les imprègne et qui les teint par action élective étant extrêmement pâle. J'ai reconnu sept espèces de spores dont cinq proviennent de Cryptogames vasculaires. Je ne puis dire si le pollen

(1) Ce nombre 2.5 devrait être multiplié par le coefficient absolu de contraction de l'écaille pour avoir la contraction totale.

vient d'une ou de plusieurs espèces végétales. Les menus débris sont très fragmentaires, ce sont des lambeaux de parois. Ils ne sont pas affaissés. Leurs cavités sont comblées par du bitume. Il y a quelques lambeaux cuticulaires.

10. Les corps jaunes du Brown Oilshale sont d'une part les zones jaunes et orangées de la gelée fondamentale et d'autre part des corps figurés. Parmi ceux-ci les spores et le pollen sont de nature cellulosique, les thalles d'*Epipolaïa Boweri* sont de nature gélosique. Les écailles et les os sont de nature osseuse ou cartilagineuse.

11. La pénétration du bitume a été tardive. Elle s'est faite par une diffusion générale à travers la substance de la gelée fondamentale. D'une part, en effet, le bitume ne forme pas de masses libres injectées dans la gelée ou étalées entre ses feuillets, et d'autre part on voit que le bitume libre a comblé la cavité des cellules à parois humifiées. On voit aussi du bitume libre dans les cavités demeurées ouvertes entre les fragments déplacés de la gelée fondamentale. Il s'agit d'un bitume brun pâle, très peu condensé.

12. Macroscopiquement le Brown Oilshale consiste en plaques écailleuses contournées, à surface noire vernissée. La roche est élastique, très résistante, à cassure verticale brun clair comme la Torbanite. Cette roche est permo-carbonifère. Les premiers échantillons que j'ai étudiés m'ont été donnés par M. le professeur F.-O. Bower, de Glasgow.

13. Le Brown Oilshale étant formé uniquement de gelée brune humique, dont le rôle n'est masqué par aucun autre fait secondaire provenant des corps accidentels ou du bitume, j'estime que cette roche doit être considérée comme le type des charbons de gelée brune ou charbons humiques.

B. — *Boghead de Ceara (Brésil).*

14. Sous le nom de boghead de Ceara, j'ai reçu une roche élastique, tenace, finement stratifiée, à cassure verticale noire et vitreuse, avec quelques oolithes blanches ou brun pâle. Je dois cet échantillon et les premières préparations que j'ai étudiées à mon ami M. B. Renault. Il tenait l'échantillon de M. l'ingénieur Bayle, directeur de la Compagnie lyonnaise. Ce charbon est probablement de l'époque crétacée.

15. La roche charbonneuse de Ceara est très instructive parce que son faciès macroscopique justifie presque l'appellation de boghead qui lui a été donnée. Elle nous montre que les roches d'origine humique prennent l'aspect des charbons ordinaires lorsque leur charge en matières minérales s'abaisse suffisamment. Dans le charbon de Ceara cette charge tombe à 40,65 pour cent (1), encore faudrait-il enlever de ce nombre toute la calcite qui remplit les oolithes, c'est-à-dire la presque totalité des 22,40 pour cent de carbonate de calcium qu'accuse l'analyse.

16. La roche de Ceara est bien un charbon parce que la matière organique y prédomine optiquement sur la matière minérale. D'autre part ce charbon n'est pas un boghead parce qu'il ne contient pas la matière gélosique qui caractérise les bogheads types. Il ne retient donc pas les hydrocarbures qu'il peut renfermer de la même manière.

17. Le charbon de Ceara résulte d'une accumulation de gelée brune. Cette gelée a une structure uniforme dans toute sa hauteur. Elle n'est pas différenciée en zones jaunes et en zones rousses. Elle est assez fortement colorée en rouge brun. Cette gelée avait une certaine consistance car les coquilles d'Ostracodes ne s'y enfonçaient point ou demeuraient piquées en équilibre instable étant maintenues par la rigidité de la gelée. La gelée a fait prise. En se contractant elle s'est coupée comme le Brown Oilshale, Il y a eu des glissements des morceaux les uns sur les autres. Les déplacements sont moins étendus et moins nombreux que dans la roche écossaise. La contraction verticale par rapport aux coquilles non effondrées est de 2,5.

18. Les corps bactériformes de la gelée fondamentale sont très peu abondants, très inégaux et bullaires. Certains coccoïdes sont entourés d'un cristal et ces cristaux sont souvent réunis en masses zoogléiformes (2). Dans ce milieu où la conservation des objets est si parfaite ces corps bullaires donnent l'impression d'inclusion. Il y a quelques corps en diplocoques et des bâtonnets courts.

19. Les corps jaunes sont extrêmement rares dans le charbon de Ceara. J'y ai rencontré quelques spores de Cryptogames vasculaires et seulement 80 grains de pollen par millimètre cube. Ce pollen a ses cellules groupées en tétrades comme celui des Bicornes. J'ai

(1) Analyse de M. le Professeur Buisine.

(2) Ces amas cristallins sont certainement tardifs et très distincts du Zoogleïtes claverensis du schiste de l'Allier.

constaté aussi la présence d'une algue gélatineuse, libre et flottante à structure rayonnée. Ses exemplaires sont très rares, un thalle sur 20 à 30 centimètres carrés de section. Les pluies de soufre et les fleurs d'eau existaient encore pendant la formation de ce charbon.

20. Les menus débris végétaux humifiés sont rares. Ce sont de très petits fragments de parois incomplètement affaissés, très altérés, ayant dépassé le stade d'humification où ils condensent fortement le bitume. A ces débris sont mêlés de petits amas rouge brun en pelotons que l'on pourrait prendre pour des coprolithes. Ces pelotons sont formés de conidies et de morceaux de mycelium d'une mucédinée. Ces corps sont très bien conservés, leurs parois, colorées en rouge brun, ont condensé le bitume. La présence de cette mucédinée dénote une eau génératrice particulièrement riche en matières nutritives et parfaitement tranquille.

21. Le charbon de Ceara contient de nombreuses coquilles d'Ostracodes voisins des Cypris, à coquilles lisses présentant le long de la fente ventrale un fort rebord interne. Les valves sont ordinairement couplées et couchées sur le flanc. Les valves isolées et les coquilles dressées bord dorsal en haut sont rares. Ces coquilles sont vides. La peau et la masse musculo-viscérale des Cypris ont disparu. La plupart des coquilles ont été brisées et effondrées par le retrait. Les morceaux des valves opposées n'étant pas rapprochés en contact, ce n'est point le tassement ou une pression qui a provoqué l'effondrement des coquilles. Certains morceaux de coquilles redressées par l'effondrement ont coupé la gelée fondamentale. Dans de nombreux exemples la gelée fondamentale coupée et rigide s'avance entre les morceaux d'une coquille effondrée, mais ne remplit pas la cavité de cette coquille qui faisait déjà corps avec elle.

22. Dans les coquilles non effondrées la calcite a cristallisé en aiguilles rayonnantes qui s'appuient par une extrémité sur la coquille et dont l'autre extrémité s'avance jusqu'au plan de symétrie de l'animal. Il reste un vide plein de bitume tout le long du bord des valves. Les corps bactérioïdes sont très rares dans ce bitume. Là où plusieurs coquilles étaient réunies, il s'est formé de grands oolithes.

23. Bien qu'il s'agisse de coquilles d'Ostracodes vidées et flottées, comme elles sont très nombreuses et que les valves sont demeurées unies deux à deux, je crois pouvoir admettre que le transport a été nul et que ces Cypris ont vécu dans les eaux génératrices du charbon

de Ceara, Ces Ostracodes indiquent une eau riche en matières organiques et en particulier en produits animaux. Les mares dont les eaux sont souillées par le trop-plein des fosses à purin sont le milieu favori des Cypris. Ce résultat, rapproché de la présence des Mucédinées, nous donne la notion d'une gelée humique additionnée d'une proportion sensible de matières animales. Ce milieu devait être très chargé d'organismes inférieurs. Comme la conservation des objets est ici exceptionnellement bonne, j'ai étudié spécialement la gelée brune à ce point de vue mais sans succès.

24. L'intervention du bitume est tardive.- Il s'agit d'un bitume peu coloré et peu condensé. Il a diffusé à travers toute la masse sans s'y individualiser. Il comble les fentes et les cavités laissées libres dans les oolithes.

25. Le charbon de Ceara est encore un charbon humique. L'eau génératrice additionnée de matières animales a permis la pullulation d'un Ostracode et d'une Mucédinée. La pauvreté relative de cette eau en matières minérales a laissé à la roche les caractères macroscopiques d'un charbon ordinaire.

C. — *Schiste de la gorge du Bois d'Asson, Vallée de la Largue (Basses-Alpes).*

26. Le troisième exemple de charbon humique nous sera fourni par une roche schisteuse oligocène que j'ai d'abord reçu sous les noms de schiste de Marseille, schiste de Biabaux. Ce schiste est exploité d'une manière intermittente dans la gorge du Bois d'Asson. Il y affleure à peu de distance de la mine de lignite. Le premier échantillon que j'ai étudié m'est parvenu par M. Grand'Eury et par M. Renault. La roche est un schiste feuilleté de couleur marron. Sa tranche verticale est marron clair et finement cannelée.

27. Malgré son aspect schisteux cette roche doit être regardée comme un charbon, parce que la matière organique y prédomine nettement sur les matières minérales et sur le bitume. Sa charge en matières minérales s'élève à 62,79 pour cent dont 39,75 de silice insoluble dans l'acide chlorhydrique (1).

(1) Analyse de M. le professeur A. Buisine. Il faudrait défalquer de cette silice insoluble la part qui revient à la silice organique apportée par les valves de Diatomées et les spicules d'Eponges.

28. Le schiste du Bois d'Asson résulte d'une accumulation de gelée brune très pâle. Sa consistance était assez grande pour que les spicules fusiformes ne s'y enfonçassent point. Elle a fait prise mais sans arriver à la rigidité de la gelée du Brown Oilshale. En se contractant elle a pris une structure réticulée. Par place le réticulum a cédé, il s'est produit des fissures comblées par un exsudat dans lequel s'est localisée la matière minérale tardive. La contraction verticale de la gelée par rapport aux spicules fusiformes et par rapport aux disques d'Orthosira est de 2.

29. Par rapport aux charbons ordinaires, la charge de la gelée fondamentale en corps bactériformes est très faible. Elle est au contraire très forte par rapport aux deux exemples qui précèdent. Les corps bactériformes sont ici des micrococcoïdes très petits de 0 μ 2, des macrococcoïdes de 0 μ 7 à 1 μ 2, des bacilloïdes de 3 à 4 μ sur 0 μ 5 à 0 μ 7, tous sont bullaires. Les bacilloïdes sont souvent redressés ou tordus à la manière de certaines germinations de bactéries. Les corps bactériformes sont particulièrement nets et régulièrement répartis dans la matière qui a comblé les grandes déchirures de la gelée fondamentale.

30. Le schiste du Bois d'Asson contient d'assez nombreux corps jaunes. Il y a 1.536 grains de pollen par millimètre cube. Ces organites forment 0,003 du volume total. Il y a de même 224 thalles d'une algue gélatineuse flottante, le *Botryoccites Largæ*, dont les cellules ovoïdes rayonnantes sont séparées par une gelée interposée. Les Botryococcites forment 0,004 du volume du schiste. Les thalles sont isolés les uns des autres, très affaissés. Ils sont uniformément répartis. Le pollen et les algues sont très bien conservés. Il y a de plus une catégorie de corps jaunes que je n'ai pas encore eu l'occasion de signaler dans les charbons, ce sont des fragments de résines. Ils se présentent en masses amorphes, à angles mousses. Ils sont homogènes ou exceptionnellement bullaires. Ces corps sont relativement rares ; on en trouve un à deux exemplaires par préparation.

31. Les menus débris végétaux humifiés sont rares. Ce sont surtout des fragments de parois presque fusinifiés. J'ai vu des fragments de feuilles imprégnés de bitume ainsi que des spores bicellulaires. Il y a aussi des lames cornées ou chitineuses d'origine animale fortement fusinifiées.

32. Ce schiste contient de nombreuses Diatomées et des spicules d'éponges. — Les Diatomées sont couchées à plat ; elles ont leurs

deux valves. Elles sont ou écrasées ou bien remplies par une gelée jaune clair amorphe, presque toujours sans bactérioïdes. On ne voit de corps bactériformes que dans quelques gros disques d'Orthosira alors que d'autres contiennent du bitume. Les sept espèces reconnues se rapprochent beaucoup de Diatomées d'eau douce actuelles. La plus fréquente ressemble à notre *Melosira varians*. Un grand *Orthosira* rappelle notre *Orthosira arenaria*. — Les spicules d'éponges sont des spicules fusiformes en navette comme ceux qu'on trouve dans le parenchyme général de la *Spongilla fluviatilis*. Il y a aussi, mais en moindre nombre, des spicules haltériformes comme ceux de l'assise cellulaire qui bordent les grands canaux de la Spongilla. Ces derniers spicules étant moins hérissés de pointes chez le fossile des Basses-Alpes, il y a certainement une différence spécifique entre cette espèce et notre Spongille. Ces spicules sont relativement lourds. Il en est encore une troisième catégorie beaucoup plus nombreuse qui n'existe pas chez la Spongilla fluviatilis, ce sont des spicules sphérulaires.

33. Le bitume se manifeste d'une manière toute spéciale dans le schiste du Bois d'Asson. Dans les cavités des spicules fusiformes et dans les disques des Orthosira c'est une matière brun pâle qui rappelle le bitume de Ceara. Dans la gelée fondamentale, il se présente en lames minces, en gouttelettes et en masses rouge brun. Les gouttelettes et les masses sont affaissées, souvent prolongées par des fils ténus qui font croire à une injection fine. Les lames minces ont été rapidement solidifiées. Les gouttelettes et les masses se sont solidifiées plus ou moins vite de la surface vers le centre. Beaucoup contiennent des bulles qui sont affaissées et transformées en disques lenticulaires plats. Masses et gouttelettes ont une structure fluidale qui fait écarter la notion de coprolithes. L'injection et la solidification des corps bitumineux rouge brun ont dû être hâtives et antérieures aux grandes déchirures de la gelée, car ce bitume n'a pas passé par ces fentes. C'est un des exemples où l'intervention bitumineuse est la plus hâtive. L'intensité de l'intervention du bitume peut être appréciée par les nombres suivants : Il y a 420 masses ou gouttelettes par millimètre cube. Ces corps forment 0,036 du volume total. La contraction du bitume après solidification de la masse a été plus forte que celle de la gelée entourante. Dans les grosses masses le bitume est séparé de la gelée entourante par des cristaux tardifs. La pyrite est manifestement plus abondante dans les masses bitumineuses et près d'elles. Les gouttelettes bitumineuses ne contiennent pas de corps bactériformes.

34. Je conclurai pour cette première partie de la manière suivante : Les charbons humiques que je viens de décrire montrent que des temps permocarbonifères à l'époque oligocène la formation de roches charbonneuses par accumulation de la gelée brune fondamentale des schistes organiques est un phénomène régulier qui s'est reproduit avec les mêmes caractères essentiels. La notion de charbons humiques n'est donc pas un fait exceptionnel, elle répond à une classe de charbons très intéressants parce que les organismes figurés, à l'exception peut-être des Bactéries et des Infusoires, n'interviennent qu'accessoirement dans leur masse. Quand les conditions ont été particulièrement favorables, comme dans le système lacustre de la gorge du Bois d'Asson, ces charbons humiques peuvent donner plusieurs couches successives dont l'ensemble forme une notable épaisseur. En général, ces charbons humiques ont l'aspect de schistes parce que leur charge en matières minérales tardivement individualisées est forte. Il suffit que cette charge s'abaisse, même légèrement, pour que la roche prenne une cassure noire vitreuse ou satinée analogue à celle des bogheads.

D. — *Schiste de Buxière et de Saint-Hilaire (Allier).*

35. Avec le schiste permien de Buxière et de Saint-Hilaire nous trouvons une roche charbonneuse qui nous apporte une notion nouvelle, celle de *charbons de purins*. Leur gelée fondamentale très chargée de produits stercoraux implique une eau brune génératrice semblable à un purin concentré. Les Ostracodes ont apparu dans ce milieu chaque fois que l'eau mère se diluait suffisamment. Pour indiquer les caractéristiques de ce schiste je prendrai comme exemple le banc dit des *Têtes de chats*. C'est au moment de sa formation que l'eau génératrice a présenté son maximum de concentration.

36. Le schiste des Têtes de chats est encore un charbon parce que la matière organique y prédomine optiquement sur les matières minérales et sur le bitume, mais cette prédominance est peu accusée. Nous sommes à la limite des charbons et des schistes organiques. Cette roche est une accumulation de gelée brune très chargée de corps accidentels et fortement imprégnée de bitume. Nous sommes déjà loin de la gelée brune presque pure des charbons humiques, les coprolithes éparpillés dans toute la masse ont chargé cette gelée de matières stercoraires et ont modifié ses propriétés.

37. La gelée fondamentale est fortement colorée en rouge brun foncé et en brun noir. Elle a retenu beaucoup de bitume. Elle est largement déchirée en réseau, les fils du réseau étant criblés de petites fentes. La gelée est chargée d'une quantité extraordinaire de corps bactériformes, micrococcoïdes, macrococcoïdes et bacilloïdes. Ces corps à contour très net se détachent en clair sur le fond coloré. S'il s'agit des restes d'organismes figurés, leur mode de conservation est très différent de celui des bactéries fixées dans le mucus des coprolithes, et de celui du *Zoogleïtes elaverensis*. La contraction verticale de la gelée a été trouvée de 3,7 à 4,0 par rapport à des parcelles de mica et à des plaques d'émail.

38. La gelée contient de nombreux corps jaunes : plusieurs espèces de spores de Cryptogames vasculaires, deux sortes de pollen, peut-être quelques thalles, des écailles et des os qui pour la plupart sont tombés des coprolithes. On compte en moyenne 27.200 grains de pollen par millimètre cube. Ce nombre s'élève à 540.000 dans certains filets où le pollen devient prédominant et forme un véritable charbon pollinique. On peut y voir des sacs polliniques entiers encore pleins de grains de pollen. Les pluies de soufre étaient si abondantes que l'eau génératrice devait en être rendue laiteuse. Un tel milieu a dû renfermer une foule d'organismes inférieurs ; malgré une étude spéciale de la gelée brune à ce point de vue je n'ai pu y reconnaître la trace de ces êtres. Je dois faire une exception pour l'un d'eux, le *Zoogleïtes elaverensis*, qui a vécu dans les eaux de purin les plus concentrées. Il consiste en une masse de gelée dense, différente de la gélose, car au lieu de donner un corps jaune d'or comme celle-ci, elle se colore en brun clair. Dans cette gelée sont de très petites cellules sphériques de o μ 6 à o μ 8 dont le protoplasme est coloré en brun (1). L'aspect est celui d'une zooglée qui mesure 45 μ sur 15 μ en moyenne. La masse pouvait atteindre 80 μ Les cellules sont distantes de o μ 8 à 1 μ 6. Les *Zoogleïtes* ne sont pas très nombreux. Il y en a cependant dans toute la hauteur de la couche. *Zoogleïtes* est caractérisque du banc des Têtes de chats (2). Il disparaît dès qu'on approche d'une région où les coprolithes sont moins abondants.

39. Il y a de très nombreux débris végétaux très fragmentaires à parois fortement altérées. Beaucoup sont à l'état de fusains ; les autres

(1) Si les protoplastes sont entourés d'une membrane propre, celle-ci est colorée comme la masse protoplasmique et confondue avec elle.

(2) J'ai rencontré Zoogleïtes dans certains lits du boghead d'Autun particulièrement riches en coprolithes.

ont condensé fortement le bitume. On peut voir des lambeaux de charbon brillant craquelé qui ont cette origine.

40. Les corps accidentels les plus importants du schiste de l'Allier sont des coprolithes de reptiles icthyophages. Les coprolithes sont entiers ou éparpillés. Les coprolithes entiers, ayant fortement condensé le bitume, ont donné des masses de charbon noir satiné qui tranchent sur le fond brun de la gelée entourante. Ce sont là des masses de *charbon animal*. L'intervention des coprolithes est indiquée par les nombres suivants : Le coefficient vertical varie de 0,166 à 0,250. Le coefficient horizontal 0,096, le coefficient en volume est compris entre 0,036 et 0,075. La présence de plusieurs gros coprolithes rapprochés en un point peut faire varier beaucoup ces coefficients. Il est aussi très difficile de donner aux coprolithes éparpillés la part qui leur revient dans le volume total. Ces coprolithes montrent que la matière stercoraire est répandue abondamment par toute la masse et intimement mêlée par ses parties les plus fluides à la gelée fondamentale. Les coprolithes entiers sont conservés dans leurs moindres détails comme s'ils avaient été saisis par un liquide fixateur. On y voit les bols alimentaires agglutinés par le mucus intestinal. Dans un grand nombre de coprolithes ce mucus contient un très beau bacille à éléments isolés et en chaînettes. La bactérie colorée en brun par localisation élective du bitume se détache très bien sur le fond beaucoup plus clair du mucus. Protoplasme et paroi sont colorés. On a donc les mêmes difficultés pour distinguer le protoplasme et la paroi chez le Bacille de Buxière que dans nos Bactéries actuelles lorsqu'on les a colorées au violet de gentiane. Dans les mêmes coprolithes un grand nombre d'écailles, convenablement colorées par le bitume, montrent nettement dans les fins canicules qui prolongent leurs cellules osseuses des granulations sphériques alignées qui sont un *Micrococcus* bien caractérisé. Il s'agit d'une des petites formes nommées *Micrococcus lepidophagus* par M. B. Renault. Dans cet exemple la bactérie se détache encore des objets entourants par une coloration plus forte. Protoplasme et paroi sont également colorés et ne peuvent se distinguer l'un de l'autre.

41. Il y a d'assez nombreuses parcelles de mica réparties par toute la masse. C'est le seul élément clastique qu'on y puisse relever.

42. Le bitume se voit libre dans les grandes cavités des os. Il s'y montre contracté en un reticulum. C'est un bitume brun noir, fortement coloré, très différent de ceux des exemples précédents. En

dehors des cavités osseuses le bitume n'est pas individualisé. Il a pénétré la masse par une diffusion générale. Il s'est accumulé spécialement dans les coprolithes, et dans les débris végétaux convenablement humifiés. Il a teinté par élection les cellules osseuses des écailles et des os, le bacille des coprolithes, le *Micrococcus lepidophagus* des canalicules osseux, les cellules du *Zoogleïtes*.

43. Toute la masse très sulfurée est fortement chargée de pyrite.

44. Les autres bancs du schiste de Buxière et de Saint-Hilaire nous apprennent que le même phénomène s'est reproduit plusieurs fois avec une moindre intensité. *Zoogleïtes* fait défaut dans ces autres bancs. Ces lits passent à des filets chargés d'Ostracodes. Dans ces filets les coprolithes sont moins abondants, le pollen et les menus débris sont plus dilués. La charge en matières minérales est fort augmentée. Le réseau de la gelée fondamentale est très largement déchiré. Il y a enfin des coquilles d'Ostracodes dont les valves couplées sont écrasées. La partie supérieure de la *grosse couche* de Buxière devient ainsi un schiste à Ostracodes et celui-ci à son tour passe à un schiste gréseux avec nombreux débris végétaux volumineux. Ceux-ci convenablement humifiés ont fortement condensé le bitume et se sont transformés en charbon brillant craquelé. Ils sont mêlés avec d'autres morceaux à l'état de fusain.

45. Je conclurai pour cette seconde partie en disant : Il y a des charbons de purins. Des charbons humiques aux charbons de purins, nous ne relevons comme variations importantes dans les conditions géogéniques qu'une charge plus forte de l'eau brune génératrice en matières stercoraires. La gelée fondamentale ainsi modifiée et chargée de coprolithes retient le bitume plus abondamment et donne un charbon dont les caractéristiques diffèrent très notablement de celles des charbons humiques. Les nombreux coprolithes contenus dans le schiste de Buxière et de Saint-Hilaire nous font prévoir ce que serait un charbon dont les corps accidentels dominants seraient des coprolithes et des restes animaux.

M. C. Eg. BERTRAND

A Amiens.

CARACTÉRISTIQUES DU KEROSENE SHALE DANS LES GISEMENTS DU NORTHERN COAL FIELD ET DE NEWCASTLE. NOUVELLE GALLES DU SUD.

[553.2]

— *Séance du 6 août 1897* —

A. — *Caractéristiques du Kerosene shale du Northern coal field.*

1. Le charbon à gaz rencontré dans le Northern coal field de la Nouvelle Galles diffère profondément du Kerosene shale reconnu dans les autres gisements.

2. Malgré le grand nombre de *Reinschia* qu'il contient encore, ce charbon ne mérite plus l'appellation de charbon d'algues. La gélose n'intervient en effet dans son volume que pour une proportion moyenne de 0,012. Là où la matière gélosique est la plus abondante, sa proportion s'élève seulement à 0,024.

3. Tout en prenant une part exceptionnellement grande à la constitution de ce charbon, les matières cellulosiques non humifiées ne forment pourtant qu'une très faible proportion du volume total, au plus 0,021. Sur ce nombre, 0,013 reviennent au pollen et 0,008 aux spores (1). Il s'agit donc d'un charbon caractérisé par un grand nombre de spores et de grains de pollen, mais qui ne doit pas être qualifié de charbon sporo-pollinique à cause du faible volume occupé par ces organites.

(1) Ces trois nombres doivent être considérés comme des maxima sensiblement supérieurs à l'intervention réelle des spores et du pollen. Comme il est très difficile, à cause de l'intensité de la coloration du fond, de distinguer ces organites sur les sections horizontales, j'ai fait mes calculs en admettant que la charge des coupes horizontales était celle qui résulte du produit des grains de pollen ou des spores rencontrées sur deux files horizontales d'un millimètre de longueur, prises au même niveau, l'une sur une section verticale transverse, l'autre sur une coupe verticale radiale. Ceci revient à admettre qu'une section horizontale rencontre et montre clairement tous les éléments sporo-polliniques voisins d'un certain niveau.

4. La gelée brune fondamentale est abondante, fortement colorée, rendue granuleuse par concrétion. Elle est déchirée en réseau. Je n'y ai pas reconnu d'exsudation. Les spores et le pollen y sont incomplètement affaissés, souvent ouverts et comblés par la gelée. La gelée fondamentale est très chargée en bactérioïdes. Ces corps consistent ici en micrococcoïdes simples et couplés. Ils sont pleins, jaune pâle, très réfringents.

5. Les menus débris végétaux humifiés sont abondants. Beaucoup ont condensé le bitume par imbibition. Les lames fusinifiées sont rares.

6. La matière dominante du charbon à gaz du Northern coal field est le bitume. Il s'agit d'un bitume fortement coloré et qui paraît aussi condensé que celui du Kerosene shale de la Jenolan shale C° de Capertree. Ce bitume a pénétré tardivement à la manière d'une injection fine dans les mailles du réseau formé par la gelée fondamentale déchirée. La plus grande partie du bitume est ainsi libre et solidifiée dans les mailles d'un réseau humique chargé de pollen et de menus débris. Par imbibition le bitume s'est accumulé dans les parois végétales moyennement humifiées. Il a imbibé et injecté quelques autres lames végétales. Il a pénétré par diffusion dans les masses gélosiques où il a coloré les protoplastes. Le charbon du Northern coal field est donc un exemple de charbon humique très chargé de pollen, de spores, et de menus débris végétaux humifiés, rendu bitumineux par une fine injection. Le bitume fortement coloré y est en grande partie libre. Par tous ces caractères ce charbon se rapproche des cannels coals d'Ecosse.

7. Le fossile caractéristique du charbon à gaz du Northern coal field reste le *Reinschia australis*. C'est donc un charbon qui est très intimement lié au Kerosene shale. *Reinschia* est accompagné par quelques lambeaux très contractés de l'organisme que j'ai nommé *Bretonia*. L'aire d'extension de ce dernier fossile devient ainsi très considérable.

8. Les corps jaunes de ce charbon sont 1° les thalles de *Reinschia australis*, 2° la trame du *Bretonia*, 3° les spores et le pollen, 4° quelques lames cuticulaires. Ces derniers restent incomplètement déterminés parce que je n'ai pu les étudier sur les sections horizontales. Les matières gélosiques et cellulosiques non humifiées sont remarquablement peu colorées. Ce fait contraste avec la forte coloration

du bitume entourant. Une constatation analogue a été relevée précisément à propos du Kerosene shale de la Jenolan shale Cº de Capertree. Les divers corps jaunes ne sont pas fendillés par retrait.

9. Les thalles de *Reinschia* sont fortement contractés et souvent pliés en deux au lieu d'être bien étalés. Leur gélose est fortement cannelée. Les cannelures agrandies sont injectées de gelée brune. On voit quelques corps micrococcoïdes dans les cannelures.

10. Il y a 2.080 thalles de *Reinschia* par millimètre cube. Ce sont surtout de jeunes thalles. Leur coefficient vertical est 0,054. Leur coefficient horizontal est 0,056, il peut s'élever jusqu'à 0,207. Il y a 26 rangées de thalles dans un millimètre de hauteur. Le pourcentage des thalles est donné par le tableau suivant :

Thalles jeunes = 78, savoir :

44	moyens	: 9 jeunes, 13	très jeunes,	22 extrêmnt jeunes.
22	plats	: 5 jeunes, 7	très jeunes,	10 extrêmnt jeunes.
12	cérébriformes	: 3 jeunes, 4	très jeunes,	5 extrêmnt jeunes.

Thalles adultes = 22, savoir :

12.2	moyens	: 10 adultes, 2 avancés,	0.2 vieux. (1)
6.5	plats	: 6 adultes, 0.4 avancés,	0.1 vieux.
3.3	cérébriformes	: 3 adultes, 0.2 avancés,	0.1 vieux.

Sur les coupes ordinaires on voit surtout les thalles plats et les thalles cérébriformes. Il faut des coupes très fines, bien dressées et non rayées pour reconnaître les catégories des jeunes thalles. Les thalles gommeux sont assez nombreux. Il y a quelques thalles résinoïdes.

11. J'ai trouvé 896 spores et 21.600 grains de pollen par millimètre cube. On compte 54 rangées de pollen sur un millimètre de hauteur et à peu près 20 grains sur un millimètre de longueur horizontale. Le coefficient vertical du pollen est 0,039, celui des spores 0,017. Les grains de pollen forment souvent des groupes ou petits amas.

12. Ce charbon ne contient pas de parcelles minérales clastiques.

(1) Les nombres décimaux de ce tableau proviennent de ce que pour les thalles rares le recensement a été fait sur mille thalles.

13. Les matières minérales tardives forment de loin en loin de gros amas cristallins transparents qui sont de la calcite. La pyrite est uniformément répartie en très petits cristaux.

14. Faute de points de repère trouvés dans la masse du charbon, il ne m'est pas possible d'apprécier la valeur du retrait qu'il a subi.

15. C'est au slate ou toit du Kerosene shale d'Hartley que le charbon à gaz du Northern coal field ressemble le plus comme mode de formation. Le charbon du Northern coal field ne diffère du slate que par de très faibles variations. Il est moins chargé de matières minérales tardives. Il ne contient pas les membranes fusinifiées si fréquentes à Hartley. Par contre il est beaucoup plus riche en pollen et en bitume libre. Ces variantes n'impliquent aucune modification sensible des conditions principales de formation de la couche charbonneuse, par suite le charbon du Northern coal field s'est produit par la précipitation d'une abondante gelée brune englobant des spores, du pollen, des fleurs d'eau et des menus débris très nombreux. Après sa prise en gelée la masse s'est déchirée en un réseau où le bitume a pénétré abondamment.

16. Le facies macroscopique du charbon à gaz du Northern coal field s'éloigne sensiblement de celui du Kerosene shale d'Hartley et se rapproche de celui des cannels coals à *Thylax*. Le fond général très noir est encore satiné, l'ensemble étant plus brillant que dans le Kerosene shale ordinaire. Il montre des fentes verticales de retrait et des filets de bitume fortement craquelés. La cassure horizontale est noire, satinée, finement écailleuse. La tranche verticale faite à l'émeri est noire. La stratification est visible sur la cassure comme sur la tranche.

17. Je dois la communication de ce très intéressant spécimen à M. le Dr Robert Etheridge junior du Geological Survey de Sydney.

B. — *Caractéristiques du Kerosene shale de la Russell Colliery Newcastle, Nouvelle Galles du Sud.*

18. Le charbon à gaz exploité dans la mine Russell près Newcastle, Nouvelle Galles, offre un certain intérêt industriel par suite de très nombreuses confusions que fait naître sa double désignation. Sous le nom de boghead Russell on le confond avec la Torbanite d'Ecosse qui

a été et qui est encore parfois désignée sous ce même nom. D'autre part, sous le nom de boghead de Newcastle, on le confond avec les cannels coals de la région de Newcastle on Tyne.

19. Le charbon à gaz de la mine Russell résulte d'une accumulation de thalles de *Reinschia australis* dans une gelée brune. La matière gélosique intervenant pour 0.747 du volume total. Elle prédomine sur toutes les autres. Il s'agit donc d'un charbon d'algues bien caractérisé, c'est-à-dire d'un boghead véritable. Ce boghead a de plus les caractères ordinaires du Kerosene shale.

20. Il y a 48 rangs de thalles dans un millimètre de hauteur. Il y a 15 thalles sur un millimètre de longueur horizontale, soit par suite 10.600 thalles par millimètre cube. Le coefficient vertical des thalles est 0.821, leur coefficient horizontal 0.830.

21. Le pourcentage des thalles est donné par le tableau suivant :

Thalles jeunes = 66, savoir :

36	moyens	: 6 jeunes,	10 très jeunes,	20 extrêm^{nt} jeunes.
17	plats	: 5 jeunes,	5 très jeunes,	7 extrêm^{nt} jeunes.
13	cérébriformes	: 4 jeunes,	4 très jeunes,	5 extrêm^{nt} jeunes.

Thalles adultes = 34, savoir :

14	moyens	: 11 adultes,	2 avancés,	1 vieux.
8	plats	: 6 adultes,	1 avancé,	1 vieux.
12	cérébriformes	: 8 adultes,	2 avancés,	2 vieux.

Quelques grands thalles plats et cérébriformes très complètement développés compensent les jeunes thalles au point de vue de l'intervention gélosique. Les vieux thalles cérébriformes sont souvent déchirés et incomplets, ou représentés par des lambeaux isolés. Il y a 2 ou 3 pour cent de thalles gommeux et quelques thalles résinoïdes.

22. Les thalles sont couchés à plat, bien étalés, serrés les uns contre les autres, mais toujours séparés par une mince lame de gelée fondamentale. Les thalles sont très bien conservés. Leur gélose est blanche ou légèrement orangée. Leurs masses protoplasmiques sont brunes, bien étalées. La gélose des thalles n'est pas cannelée, sauf sur les thalles très avancés. Dans cette gélose, il y a pourtant toujours quelques bactérioïdes. Ce sont des micro et des macrococ-

coïdes irréguliers, de tailles très variables. Ils sont isolés, très brillants, bullaires et incolores. Je n'ai pas observé de bacilloïdes ni de corps couplés en diplocoques. Ces bactérioïdées sont surtout nombreux à la surface des thalles, dans les replis de cette surface et dans les plis de la cavité centrale.

23. Il y a 424 spores par millimètre cube et 1.166 grains de pollen. L'intervention de ces organites cellulosiques dans la masse du charbon est inappréciable.

24. La gelée humique fondamentale est fortement colorée. Elle est très chargée en bactérioïdes bullaires. Ce sont des macrococcoïdes et des micrococcoïdes isolés.

25. La gelée fondamentale est très chargée de menus débris. La plupart sont fortement imbibés de bitume. Il y quelques fragments fusinifiés.

26. La pénétration du bitume dans la masse a été tardive. Elle s'est faite par injection fine. En quelques points, le bitume a comblé des fentes horizontales plus étendues où il forme des bandes de charbon brillant. Sur toutes les préparations, on aperçoit quelques-unes de ces grandes fentes. Il s'agit d'un bitume rouge brun moyennement condensé.

27. Ce kerosene-shale ne contient aucune parcelle minérale clastique. La calcite tardive y forme quelques amas blancs très écartés.

28. C'est au kerosene shale de Mort's Upper Tunnel, à Megalong, près Katomba, que le boghead de la mine Russell ressemble le plus. — Macroscopiquement, ce boghead a le facies ordinaire du kerosene shale. Il est plus finement satiné que celui d'Hartley, un peu plus terne. La stratification est rendue visible par ses filets bitumineux horizontaux. Ses surfaces exposées à l'air sont noir mat.

29. Je dois la communication de cet échantillon à M. le professeur Lebour de Newcastle on Tyne, par l'intermédiaire de M. le docteur Robert Kidston de Stirling.

M. F. MAYENÇON

Conservateur honoraire du Muséum d'Histoire naturelle, Professeur honoraire du Lycée de Saint-Etienne.

SUR LA STÉRÉLECTROLYSE DES MINÉRAUX [545.3]

— Séance du 6 août 1897 —

Mes premières recherches en électrolyse ont commencé en 1872 et, au début, ont été encouragées par des savants que la science regrette et tout particulièrement par Sainte-Claire-Deville, Boussingault, Claude Bernard et Charles Robin. Elles ont été l'objet d'une citation à l'Académie des sciences en 1875 et couronnées par une mention de 1.500 francs au concours de 1876. Elles ont été continuées jusqu'en 1895 et ont porté sur la plupart de nos métaux et sur un certain nombre de genres salins (chlorures, iodures, bromures, cyanures, phosphates, etc.) (1). J'opérais alors par la méthode ordinaire, c'est-à-dire sur des dissolutions salines.

Pendant l'année 1895, j'ai constaté que le courant pouvait agir sur certains corps réputés insolubles tels que le sulfate de baryte, le talc, le chlorure d'argent, l'oxyde de cuivre, en d'autres termes que les corps solides étaient électrolysables aussi bien que ceux fondus ou dissous. J'ai donné le nom de *stérélectrolyse* à cette nouvelle méthode, que je crois féconde et susceptible de rendre des services dans certaines industries et particulièrement précieuse pour l'étude qualitative des minéraux.

Elle est rapide, n'exige qu'un matériel restreint, peu coûteux, consistant en une source d'électricité qui, chez moi, est une pile à treuil de 6 éléments au bichromate, une table, quelques lames de platine, et des réactifs qu'on n'emploie qu'en quantité très minime.

Mes recherches, encore peu nombreuses et imprimées aux comptes rendus de l'Industrie minérale, ont porté sur les silicates, les sul-

(1) Les notes qui s'y rapportent, pour la plupart, ont été publiées dans le *Journal de Physique élémentaire* de M. Abel Buguet.

fures, les composés de l'arsenic et sur ceux du phosphore. D'autres corps sont à l'étude, tels que le fluor et le bore.

En général, le corps solide qu'il faut analyser est réduit en poudre fine, mouillé avec de l'eau ou un autre liquide dans lequel il est insoluble et la bouillie qu'on obtient, placée en petite quantité entre deux morceaux de papier à filtrer, est soumise à l'électrolyse, entre deux lames de platine prises comme électrodes. La cathode reçoit le métal ou son oxyde dont on détermine la nature par des réactions caractéristiques ; sur l'anode viennent les autres éléments du composé, toujours oxydés s'ils en sont susceptibles par la décomposition qu'éprouve le liquide ajouté à la poudre. C'est ainsi que la blende et la galène donnent à la cathode du zinc ou du plomb et à l'anode de l'acide *sulfurique* ; de même un arséniure, un phosphure, un carbure donnent à l'anode de l'acide *arsénique*, de l'acide *phosphorique* ou de l'acide *carbonique*.

Si le composé est un sel ternaire, on obtient le métal ou son oxyde à la cathode et à l'anode, l'*acide* du sel et de l'oxygène. C'est ainsi que les silicates donnent à l'anode de la *silice soluble* et les sulfates de l'acide *sulfurique*.

M. le Dr A. VAFFIER

Licencié ès sciences, à Chânes (Saône-et-Loire).

SUR LE TERRAIN CARBONIFÈRE DES ENVIRONS DE MACON

[551.75]

— Séance du 7 août 1897 —

L'étage inférieur du terrain carbonifère est représenté dans la région mâconnaise par un ensemble d'assises des plus intéressantes au double point de vue de la stratigraphie et de la paléontologie.

Ces formations existent dans les deux cantons de Mâcon, dans celui de la Chapelle-de-Guinchay, et dans les cantons de Monsols et de Beaujeu, du département du Rhône.

Elles ont été longtemps méconnues ou faussement classées par la plupart des géologues qui se sont occupés de la région. A une époque relativement récente, M. Berthaud, dans sa « Description géologique du Mâconnais » se contente de poser un point d'interrogation à leur propos : « Ce terrain est-il silurien, dévonien, ou serait-ce même du terrain houiller ? » se demande-t-il. MM. de Ferry et Arcelin, qui les ont définitivement rapportées à l'époque carbonifère, y ayant trouvé quelques débris fossiles peu importants, mais nettement caractéristiques, n'ont fait que les signaler.

Leur limite extrême au nord de Mâcon est Bussières, où elles ont une puissance de plusieurs centaines de mètres. Puis on les retrouve plus au sud, à Fuissé, où elles présentent leur développement le plus complet.

Elles sont importantes aussi à Vinzelles, à Loché, à Leynes, à Chasselas, à Pruzilly et à Saint-Véran, communes du département de Saône-et-Loire, et à Julliénas, à Jullié et à Cenves, du département du Rhône.

Dans toutes ces localités elles reposent directement sur les terrains éruptifs de la région, dont la composition est des plus variées.

A Fuissé, ces terrains encaissants sont formés de couches de diorite et de granulite alternant entre elles d'une façon régulière et présentant dans les tranchées des routes des bandes bleu foncé et rose clair d'un aspect stratifié. Parfois ces deux roches sont séparées par des lits de quartzites et des schistes archéens; que M. Le Verrier a signalés à la base du carbonifère de la Loire ; ces schistes se sont formés antérieurement au granite, qui les a bouleversés et qui a quelquefois englobé quelques-uns de leurs lambeaux, comme on peut le constater à Saint-Amour, au hameau des Chamonards, dans la tranchée de la route qui mène à Julliénas. M. Michel Lévy fait remonter à l'époque pré-cambrienne la formation de cet ensemble de roches, qui sont certainement antérieures au carbonifère mâconnais puisque nulle part elles ne l'ont traversé.

L'assise carbonifère de Fuissé, qui est la plus importante, se compose de trente-huit couches dirigées N 20° N.-E. — S 200° S.-O., plongeant au N.-O. sous un angle de 42°, et ayant ensemble une puissance de plus de cinq cents mètres.

A la base de ces couches se voit un affleurement, malheureusement peu important, de calcaire noir, rappelant par son aspect le calcaire de Tournai.

Puis, par dessus ce calcaire se trouvent des schistes feldspathiques à pâte très fine, non fossilifères, souvent interrompus dans leur dépôt

par des épanchements de microgranulite et de tufs de microgranulite, qui passent latéralement à des roches d'aspect gréseux.

Ces schistes inférieurs contiennent dans la couche à laquelle nous avons donné le numéro 12 un lit de matière noirâtre, légère, analogue à de la tourbe comme aspect et comme composition. C'est au-dessus de cette tourbe fossile que se trouve le gîte fossilifère si riche en empreintes, dont nous donnons la liste plus loin. Ce gîte appartient à une couche (n° 13 de la coupe), de schistes grisâtres, argileux, souvent en partie décomposés, d'une puissance de vingt-quatre mètres.

Dans la partie supérieure de la formation, les schistes deviennent quartzeux et très compacts ; certains d'entre eux, noirs et à pâte très fine, font feu sous le marteau comme de véritable lydienne. D'autres, situés plus haut dans la série, offrent sur une épaisseur de cent cinquante mètres une apparence satinée et se criblent de cavités. Ils sont eux-mêmes surmontés par d'autres schistes qui se chargent de mica et prennent, en devenant gréseux, l'aspect de véritables psammites.

Enfin les strates supérieures sont formées de poudingues, qui alternent avec des coulées de tufs de microgranulite et des bandes de schistes très micacés.

L'ensemble de la formation disparaît sous une éruption importante de microgranulite, qui la sépare des arkoses du trias, sur lesquelles s'élève le château de Saint-Léger.

A Vinzelles, à Loché, à Leynes, à Chasselas, à Saint-Vérand, à Pruzilly, à Cenves, à Julliénas, à Jullié, le terrain carbonifère est formé des mêmes éléments : schistes fossilifères à la base ; poudingues, tufs de microgranulite et microgranulite au sommet. Certains de ces schistes paraissent composés presque exclusivement de débris végétaux, où les stigmarias et les archœocalamites ont seuls laissé des empreintes déterminables.

A Leynes, au sommet de Balmont, les arkoses du trias reposent en stratification discordante sur les schistes carbonifères, qui ont donc été bouleversés avant le dépôt des sédiments triasiques, probablement vers la fin de l'époque carbonifère inférieure.

A Pruzilly, de très belles cornes vertes se voient dans les assises schisteuses en contact avec la microgranulite.

Les couches n° 12 et n° 13 de la coupe de Fuissé contiennent une florule très riche en empreintes bien conservées, où nous avons pu déterminer, d'après Stur, et en respectant sa classification, les espèces suivantes :

CLASSIS LELAGINES

Ordo : Stigmariœ..... (Stur).	Stigmaria ficoïdes (Brongniart) (très commun).
Ordo : Lepidodendreœ..	Lepidodendron Weltheimianum Sternb. (Sagenaria Weltheimiana de Schimper) (très commun).
	Lepidostrobus Collombianus (Schimper) (très rare).
Ordo : Sigillariœ.....	Sigillaria antecedens (Stur) (rare).

CLASSIS CALAMARIŒ

Ordo : Calamitœ.....	Archœocalamites radiatus (Brongniart) (bornia radiata de Schimper). (très commun).
	Sphenophyllum tenerrimum Stur. (rare).

A l'exemple de M. Grand'Eury nous rattachons le sphenophyllum tenerrimum à l'archœocalamites radiatus.

FOUGÈRES

ORDO : POLYPODIACEŒ

Tribus : Sphenopterideœ	Sphenopteris Ettingshauseni (Stur).
	Sphenopteris affinis (L. et H.) (du carbonifère inférieur d'Ecosse).
	Sphenopteris Haueri (Stur).
Tribus : Hymenophylleœ (Rhodea Presl.)	Rhodea filifera (Stur).
	Rhodea Hochstetteri (Stur).
	Rhodea patentissima (Stur).
	Rhodea Moravica (Stur).
	Rhodea Gœpperti (Stur).
	Rhodea Stachei (Stur).
Tribus : Pterideœ.....	Cycadopteris antiqua (Stur).
Tribus : Neuropterideœ.	Cardiopteris frondosa (Gœpp. sp.) (Stur).
	Archœopteris Tschermaki (Stur).

ORDO : OSMUNDACEŒ
(Todeo wild).

Todea Lipoldi (Stur).

ORDO : OPHIOGLOSSACEŒ
(Rhacopteris Schimper).
Rhacopteris transitionis (Ett.) Stur.

Nous avons encore d'autres empreintes à déterminer ; elles le seront incessamment.

Celles que nous venons d'énumérer classent dans l'étage du Culm le carbonifère mâconnais, qui serait synchronique du culm inférieur de Moravie, si magistralement décrit par Stur.

Les couches de Fuissé représenteraient l'étage des Rhodea de Stur et des cardiopteris de Schimper. Les stigmarias y abondent comme dans la grauwacke de Thann. Cette flore, qui comprend encore quelques genres anciens, presque dévoniens, comme cardiopteris frondosa et cycadopteris antiqua ; qui est riche en bornias tout en ne possédant pas encore de véritables calamites ; qui, à côté de nombreux stigmarias, ne nous a donné qu'une empreinte de sigillaria antecedens ; qui ne montre, comme lépidodendrées, que des restes de lepidodendron weltheimianum, appartient donc à un culm ancien, probablement contemporain des couches de Burdiehouse, en Ecosse.

Le culm mâconnais serait inférieur peut-être à l'étage Viséen et par conséquent Tournaisien, et confirmerait les vues de M. Jullien qui rattache à ce dernier terrain les dépôts carbonifères du Morvan, immergé au début de l'époque carbonifère et se relevant plus tard par un mouvement de bascule pendant que le plateau central s'affaissait.

Les schistes de Fuissé seraient sans doute contemporains des grès à anthracite du Roannais et du Beaujolais qui, avec leurs rares empreintes se rapportant au lepidodendron weltheimianum, au bornia transitionis et à quelques sphenopteris, ont été assimilés par M. Grand'Eury au culm inférieur et moyen d'Altendorf et de Mohradorf en Moravie, et par M. Ebray à la grauwacke de Thann.

La flore carbonifère du Mâconnais est plus ancienne que celle de la grauwacke supérieure des Allemands, où les lépidodendrons acquièrent la prépondérance du nombre et de la variété. A Fuissé on ne trouve comme lépidodendron que le type weltheimianum, et il n'y a pas encore de véritables calamites.

Les dépôts de Berghaupten, ceux de la Vendée, les terrains anthracifères de la Basse-Loire et ceux de Sarthe-en-Mayenne renferment une flore moins ancienne, analogue à celle de la grauwacke supérieure des Allemands, où à côté d'espèces caractéristiques du culm se voient déjà des plantes franchement houillères. Ils sont donc postérieurs aux dépôts mâconnais qui sans nul doute représentent un culm très ancien.

M. W. KILIAN

Professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble.

SUR UNE NOUVELLE AMMONITE DES CALCAIRES DU FONTANIL (ISÈRE) (1) [564.5]

— *Séance du 9 août 1897* —

HOPLITES ALBINI Kilian

1881 Hoplites, n. f. ind. — Neumayr et Uhlig. Hilsbildungen, Pl. xli et Pl. xl, *fig.* 1. p. 48.

1896 Hoplites Pavlowi, Kilian. Note stratigraphique sur les environs de Sisteron et contributions à la connaissance des terrains secondaires du Sud-Est de la France. *(Bull. Soc. Géol. de France,* 3e série, t.XXIII, p. 723.)

Depuis l'époque où nous avons dressé la liste (2) des Céphalopodes recueillis dans le calcaire valanginien à facies mixte du Fontanil (Isère) qu'avaient fait si bien connaître les belles recherches de Ch. Lory, plusieurs nouvelles espèces d'Ammonites ont été découvertes dans ce gisement. Le but de cette note est de faire connaître l'une d'elles, un *Hoplites* du groupe de *Hopl. Thurmanni*, mais qui diffère suffisamment du type de cette espèce et de ses variétés, pour en être distingué spécifiquement.

Ce *Hoplites* nouveau que nous nous étions fait un plaisir de dédier en 1896 à M. le professeur Pavlow si connu par ses belles recherches sur le Néocomien d'Angleterre et de Russie, mais que l'existence d'une autre Ammonite du même nom nous oblige à dénommer à nouveau, diffère de *Hoplites Thurmanni* par les caractères suivants :

a) La bifurcation des côtes, quoique visible, se fait d'une façon *un peu moins nette* que dans *Hopl. Thurmanni* ; les côtes primaires sont plus larges, renflées vers le milieu des flancs et *plus espacées* (31 par tour) ; çà et là, on remarque, dans l'intervalle de deux côtes bifurquées, une côte secondaire supplémentaire,

(1) Les planches qui accompagnent ce mémoire et le suivant ont été établies à l'aide d'un cliché obtenu au moyen des appareils de photographie acquis par M. Kilian grâce à une subvention qu'a bien voulu lui accorder l'Association et pour laquelle il est heureux d'exprimer publiquement toute sa gratitude.

(2) Notice préliminaire sur les Ammonites du Calcaire valanginien du Fontanil (Isère). — *Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble,* t. I, p. 191, 1892, — et *Bull. Soc. de Statist. de l'Isère,* 3e série, t. XVI.

semblant indiquer une trifurcation d'une des côtes primaires ; les côtes secondaires existent seulement sur le tiers externe des flancs ; elles sont plus espacées que dans *Hopl. Thurmanni*.

b) Dans notre espèce, les côtes traversent nettement la région siphonale dans l'adulte mais elles s'y *épaississent* (v. *fig.* 2 de la planche) en y formant un sinus convexe en avant, à la manière des côtes de certains *Peltoceras*. Cette disposition caractéristique distingue notre forme de *H. Thurmanni*; elle n'existe pas dans le jeune âge où l'on remarque un méplat siphonal de chaque côté duquel les côtes se terminent en un léger tubercule.

c) L'inflexion falculiforme des côtes, toujours plus ou moins prononcée chez *Hopl. Thurmanni* et ses variétés, n'existe pas ici ; elles sont beaucoup plus rectilignes et sensiblement dirigées en avant sur le tiers externe des flancs.

d) Il n'y a pas d'étranglements dans notre espèce.

e) Dans les tours internes, les tubercules ombilicaux s'accentuent et l'*ornementation s'atténue* fortement sur le milieu des flancs, ce qui n'a pas lieu pour *Hopl. Thurmanni*.

Les autres caractères : l'enroulement, la forme des tours et de l'ouverture, sont semblables dans les deux espèces.

Les CLOISONS sont trop mal conservées pour être photographiées ou dessinées dans leurs détails, cependant on reconnaît nettement qu'elles présentent, quoique moins découpées, une disposition très analogue à celle de *Hopl. Thurmanni*, figurées par nous (loc. cit. p. [197] 217), d'après un dessin de M. P. Lory. Elles se montrent également *presque identiques* à la ligne suturale représentée PL. XL, *fig.* 1ª, par MM. Neumayr et Uhlig (1) et appartenant à un *Hoplites* (*Hoplites*, n. f. ind. Neum. et Uhl. PL. XL et XLI) que nous assimilons à notre espèce, mais sont un peu moins découpées, ce qui peut tenir à l'usure de l'échantillon. On remarque dans cette dernière ligne suturale une *asymétrie* (peu prononcée) du premier lobe latéral et de la première selle latérale due à l'inégal développement des deux lobules qui divisent cette selle. Cette asymétrie sur laquelle M. Sarasin a attiré l'attention en 1893 (*Bull. Soc. Géol. de France*, 3, t. XXI, p. 137) et à laquelle il a attribué une certaine importance pour la distinction des *Sonneratia* aptiennes existe, en effet, dans le genre *Hoplites* chez plusieurs espèces comme *Hoplites Leopoldi* d'Orb. sp. où elle est très marquée ainsi que l'a observé M. von Koenen et sur lequel nous avons vérifié ce caractère, du reste nettement indiqué déjà sur les figures de la Paléontologie française. Nous avons retrouvé cette asymétrie chez *Hopl. radiatus* et dans divers échantillons pyriteux (*Hopl. Thurmanni*) du Valanginien à des degrés très divers et même sur un *Peltoceras athleta* de l'Oxfordien d'Authoison (Haute-Saône) de la collection Gevrey. Les nouvelles recherches de M. Sarasin (C. R., séances Soc. géol. de France, mai 1897) ont fait voir d'autre part que les formes à 1re selle latérale asymétrique qu'il avait attribuées au genre *Sonneratia* devaient, pour la plupart, être réintégrées dans le groupe des *Desmoceras*.

(1) NEUMAYR ET UHLIG, Ueber Ammonitiden aus den Hilsbildungen Norddeutschlands *Palaeontographica*, t. XXVII, 1881.

Nous croyons donc que l'*asymétrie du 1er lobe et de la 1re selle latérale est un caractère dont on a exagéré l'importance* et qui peut se rencontrer dans beaucoup de genres d'Ammonites. *Sa valeur est tout au plus spécifique* et il se trouve très diversement prononcé dans la même espèce suivant qu'on examine plusieurs individus ou le même exemplaire à différents âges.

Nous rapprochons *Hoplites Albini* n. sp. d'une forme du Hils que MM. Neumayr et Uhlig ont figurée en 1881 sans lui donner de nom spécifique.

Les figures données par ces auteurs et surtout la description qu'ils font de cette forme et la ligne suturale représentée Pl. XL, *fig.* 1a s'appliquent, en effet, point par point, à *Hoplites Albini.* C'est le cas notamment pour l'allure des côtes qui s'épaississent vers le milieu des flancs dans les deux formes.

Dans l'exemplaire allemand, les côtes se terminent, il est vrai, en tubercules des deux côtés de la ligne ventrale. Ce caractère est, du reste, peu net sur la figure assez défectueuse de la Pl. XLI. On a vu que c'est également le cas pour notre échantillon dans l'âge moyen et que ce n'est que plus tard que les côtes arrivent à se continuer sur la région siphonale, s'y épaississent et rappellent la disposition habituelle chez *Peltoceras.* Ce dernier stade ne serait pas représenté dans l'échantillon du Hils. Il est à remarquer aussi que ce dernier a une costulation légèrement plus irrégulière que le nôtre.

Nous croyons néanmoins que le *Hoplites* décrit par les éminents paléontologistes de Vienne, s'il n'est pas identique à notre type, en représente, du moins, une variété que nous proposons de lui réunir sous le même nom spécifique. Nous l'appellerons *Hopl. Albini* en l'honneur du paléontologiste dauphinois Albin Gras qui a fait connaître tant de formes curieuses du Crétacé inférieur de l'Isère.

En dehors du groupe de *Hopl. Thurmanni*, *Hoplites Albini* ne peut se confondre avec aucune autre espèce; nous avons énuméré (loc. cit. p. [198] 218), en 1892, les différences qui séparent *H. Thurmanni* des groupes voisins (gr. *neocomiensis-amblygonius,* gr. *pexiptychus-asperrimus*, gr. *cruasensis-Deshayesi*, etc.); ce que nous avons dit alors s'applique aussi à *Hoplites Albini* qui peut être considéré comme une forme extrême du groupe *Thurmanni.* Cette espèce, par ses cloisons et par son type d'ornementation, est probablement la souche des types *cruasensis* Torc. et *Deshayesi* Leym. du Barrémien et de l'Aptien, ainsi que nous espérons le démontrer un jour.

Gisement. — *Hoplites Albini* s'est rencontré dans la partie supérieure des calcaires valanginiens du Fontanil (Isère).

1 Ex. Collection de la Faculté des Sciences de Grenoble.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I

Fig. 1. *Hoplites Albini* Kilian. Echantillon réduit d'environ $\frac{1}{2}$. — Valanginien du Fontanil (Isère).

Fig. 2. Face siphonale du dernier tour du même échantillon.

M. W. KILIAN

Professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble.

DOCUMENTS POUR SERVIR A LA GÉOLOGIE DES ALPES FRANÇAISES

[554 (44.97)]

— Séance du 9 août 1897 —

I

SUR UNE BRÈCHE CARBONIFÈRE OBSERVÉE DANS LES ENVIRONS DE LA MURE (ISÈRE)

Les tranchées de la petite voie ferrée d'exploitation que la Compagnie des mines de La Mure (1) a fait construire, des chantiers du Peychagnard à La Motte-d'Aveillans, permettent d'observer, entre le village de La Motte et le hameau de La Festinière, de remarquables brèches qui constituent la base du Terrain houiller (2). Comme cet affleurement, actuellement encore d'une grande fraîcheur, est probablement destiné à se détériorer par suite de la désagrégation à laquelle il se trouve exposé, il m'a semblé utile d'en fixer les détails par une photographie. (V. la planche II.)

Le brèche houillère de La Motte est, en effet, d'un grand intérêt ; ses affleurements sont assez rares et semblent très localisés ; elle a été décrite assez brièvement par Scipion Gras et Ch. Lory.

Ainsi qu'il est facile de le voir à quelques mètres de la tranchée où a été prise la photographie ci-jointe, cette formation repose directement et en *discordance évidente* sur les schistes à séricite ; ce fait est

(1) L'accès de tous les points intéressants de la région anthracifère nous a été très aimablement facilité par MM. H. de Renéville, administrateur, et Bouvier, directeur des Mines, ainsi que par M. Rolland, directeur du Chemin de fer de La Mure. Nous sommes heureux de leur adresser nos vifs remercîments pour leur obligeance.

(2) Ch. Lory. *Descr. Géol. du Dauphiné*, p. 77, § 37.

encore visible à l'extrémité nord de la Montagne de Bariou au-dessus de La Motte-Saint-Martin où la brèche forme, à l'altitude de 1.350 mètres environ, un petit couronnement à un substratum de schistes sériciteux redressé.

Au Bariou comme dans la tranchée de La Motte, ce curieux dépôt détritique est uniquement formé par des fragments et blocs anguleux de schistes à séricite, de dimensions très variables et *d'orientation quelconque* (ainsi qu'il est facile de le constater sur la planche II); ces éléments sont reliés par un ciment également sériciteux. Les fragments de schistes sont *absolument identiques* à la roche qui supporte le Houiller, en discordance, et qui est exploitée à 50 mètres de là dans une carrière. C'est un schiste quartzeux et sériciteux (du type $x - \zeta^2$ de la Carte géologique de France), renfermant des lentilles de sphène, d'ilménite, des cristaux de tourmaline tronçonnés, des feldspaths arrachés et brisés par le laminage. D'assez nombreux feldspaths (orthose) sont développés *in situ*. L'analogie avec certains schistes archéens des Rousses (1) est grande.

La brèche houillère de La Motte possède donc un caractère de formation essentiellement locale, ses éléments n'accusent, ni par leur nature, ni par leur forme, un charriage lointain. Il est intéressant de faire ressortir son existence dans le bassin houiller de La Mure dont les dépôts se font remarquer par une finesse et une régularité assez grandes pour ce qui concerne les assises exploitées, parmi lesquelles les grès et les schistes prédominent et où l'on peut à peine citer quelques poudingues quartzeux un peu grossiers.

Nous nous attacherons à démontrer, dans un autre travail, que ce qu'on appelle le « Bassin houiller de La Mure » n'est qu'un témoin isolé par les érosions triasiques (2), et ne représente qu'une portion d'un bassin beaucoup plus étendu dont d'autres lambeaux apparaissent dans le voisinage (lac de Laffrey, etc.) sous les dépôts secondaires.

Il serait fort à désirer qu'il fût procédé à une étude méthodique des dépôts anthracifères du bord de la Chaîne de Belledonne; leur disposition est en effet rendue *beaucoup plus complexe* que celle des terrains houillers du Centre de la France par suite des circonstances suivantes :

1) **Plissements subis après le dépôt du Houiller, probablement à l'époque permienne.**

(1) Les échantillons recueillis par nous ont été soumis à l'analyse micrographique par MM. Michel-Lévy et Termier.

(2) V. la note récente de M. Pierre Lory, *C. R. Somm. Soc. Géol. de France*. Juin 1897.

2) Erosions énergiques subies pendant les temps triasiques et liasiques. Ces érosions ont morcelé les bassins primitivement continus puis plissés une 1re fois et mis à nu en beaucoup de points leur substratum cristallin. Le Lias et le Trias reposent donc, tantôt sur le Houiller, tantôt sur les Schistes archéens.

3) Plissements de l'époque tertiaire qui ont disloqué à nouveau l'ensemble des dépôts précités y compris leur couverture secondaire.

On ne peut donc appliquer aux bassins houillers des Alpes les méthodes et les déductions usitées pour l'étude des bassins du Centre. Pour arriver à des conclusions tant soit peu sérieuses sur la richesse du terrain anthracifère des Alpes Dauphinoises et sur sa continuation possible sous les dépôts liasiques, il est nécessaire de se livrer, d'après les documents fournis par une étude *minutieuse* de toute la région, aux reconstitutions suivantes :

a) Reconstitution des plissements antehouillers et prétriasiques ayant déterminé les *synclinaux dans lesquels le Houiller s'est déposé, puis ceux dans lesquels il a chance d'avoir échappé à l'érosion* tria-liasique et tracé des anticlinaux le long desquels l'érosion l'a fortement aminci ou enlevé (points où le Lias ou le Trias repose directement sur les schistes cristallins).

b) Reconstitution des plis alpins postliasiques qui ont disloqué le Jurassique et son substratum et dont la connaissance exacte peut faire trouver les points où les lambeaux houillers sous-triasiques sont assez voisins de la surface et ont une allure suffisamment tranquille pour être exploités avec fruit.

Revenons à la brèche de la Motte-d'Aveillans : son aspect identique à certaines brèches du bassin de Commentry, joint à son caractère de formation locale, fait ressortir l'analogie d'origine (1) qui lie nos bassins de l'Isère à ceux du Plateau central, analogie que la superposition des mouvements alpins aux dislocations plus anciennes a quelque peu masquée (transformation de la houille en anthracite, étirements, etc.).

L'examen des éléments de notre brèche, tous cristallins, schisteux et absolument semblables aux bancs de schistes exploités *in situ* dans le voisinage et le fait que ces fragments ont leur schistosité orientée dans des directions multiples (Pl. II) constituent en outre, ainsi que l'a judicieusement fait remarquer Charles Lory, une preuve évidente de l'ancienneté des actions qui ont produit la cristallinité des schistes archéens. On conçoit en effet, que si ces roches n'avaient pas possédé *avant la formation* du Houiller, tous leurs caractères propres (schistosité et composition minéralogique), il n'y aurait aucune raison pour que les fragments arrachés dès l'époque houillère et conservés dans la brèche aient une constitution identique aux bancs restés en place et non remaniés. On peut conclure de là que les mouvements et les dislocations posttriasiques et tertiaires (mouvements alpins) n'ont eu, par conséquent, dans la région de La Mure, *aucune action métamorphique* sur les schistes archéens.

(1) M. Bouvier, directeur des Mines de La Motte, nous a montré des *Unionidés* recueillis dans le terrain houiller de la région, ce qui atteste l'origine fluvio-lacustre de cette formation. Des empreintes végétales du bassin, déterminées par M. Grand'Eury, permettent, d'autre part, comme on le sait, de considérer le terrain anthracifère des environs de La Mure comme d'âge *stéphanien*.

II

SUR LA STRUCTION GÉOLOGIQUE DES ENVIRONS DU LAC D'ALLOS (BASSES-ALPES)

Dans la partie orientale du département des Basses-Alpes, et dans le haut bassin du Verdon, à une altitude de plus de 2.000 mètres, se trouve le petit lac d'Allos, dont j'ai eu l'occasion d'étudier récemment les alentours.

Le lac d'Allos est situé au milieu d'un cirque de montagnes arides et dénudées, dont plusieurs atteignent une altitude considérable (Mont Pelat : 3.053^{m} ; les Grandes Tours du lac : 2.745 et 2.678^{m} ; Pointe de Monier : 2.547^{m}).

La région dans laquelle se trouve ce bassin naturel est caractérisée par le plissement intense des assises constitutives du sol ; celles-ci sont ployées en une *série de plis aigus* tous plus ou moins déversés

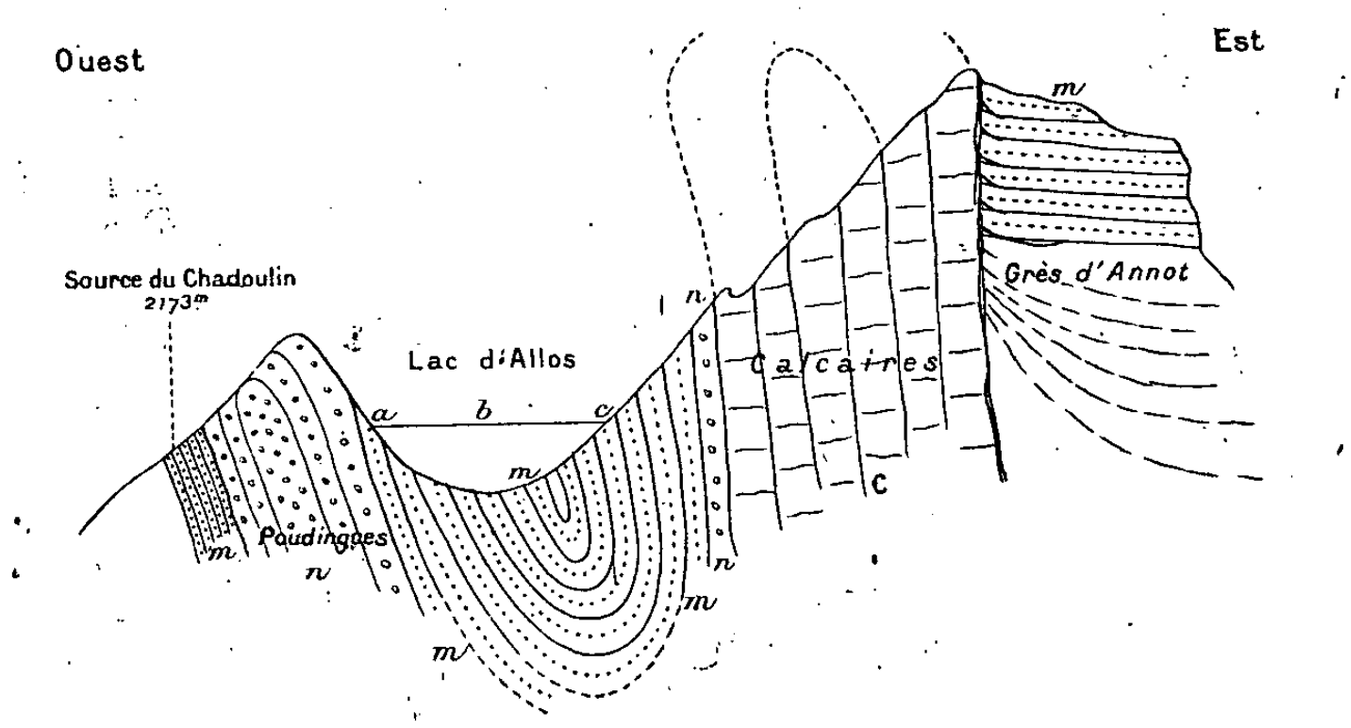


FIG. 1. — *Coupe Est-Ouest, par le milieu du Lac d'Allos.*

abc. Niveau de lac actuel. — C. Calcaires Sénoniens. — *n.* Poudingue nummulitique. — *m.* Grès d'Annot (oligocène).

vers l'Ouest, c'est-à-dire *isoclinaux*. Le lac est situé dans une dépression correspondant à un synclinal, c'est-à-dire à un pli concave ; deux anticlinaux (plis convexes) le limitent au N.-O. et au S.-E. — (Voir *fig.* 1.)

Les terrains qui se rencontrent aux alentours de la cuvette lacustre sont les suivants, d'après l'ordre d'ancienneté :

1° Calcaires sénoniens (Crétacé supérieur), d'un gris clair, en dalles irrégulières, avec parties plus massives, blanchâtres ou noirâtres et localement (vers la Petite Cayolle) d'une teinte lie-de-vin qui rappelle le *Crétacé rouge* des Alpes chablaisiennes. Ils affleurent au Nord du Lac, à quelque distance, où ils constituent en partie le sommet du mamelon connu sous le nom de Tête Ronde. A l'Est du lac (v. *fig.* 2) ils forment une bande anticlinale étirée, allant du pas de Lausson vers le S.-O. en traversant l'extrémité S. du lac où ils émergent en un petit îlot blanchâtre. Au S. de ce point existe un affleurement de calcaire blanc massif dans lequel nous avons observé des traces de Belemnitidés *(Belemnitella ?)*. Vers le col de l'Encombrette à l' O. duquel ils constituent une pointe rocheuse, ces calcaires forment également une croupe allongée entre le Pas de Lausson et le Vallon de la Petite Cayolle.

2° Conglomérat calcaire à petites Nummulites, contenant en abondance de gros galets de roches diverses (Felsophyres, Porphyres globulaires) et se démantelant facilement dans les parties exposées aux intempéries *(Eocène)*. Bande anticlinale courant du N.N-E. au S. S-O. et formant entre la plaine du Laus et le lac, un bourrelet que l'on considère comme le barrage naturel limitant le lac à l'Ouest. Cette bande traverse obliquement la Crête de Val plane et passe à l'O. de la Tête de ce nom.

Les Conglomérats nummulitiques se retrouvent au N. du Lac, vers le Mont Pelat, où ils constituent des bandes sinueuses et se montrent très plissés, accompagnés de calcaires gréseux et marneux en plaquettes qui arrivent à les remplacer complètement et acquièrent une grande épaisseur. La roche prend alors l'aspect de ce qu'on désigne sous le nom de *Flysch calcaire*, dans les régions plus septentrionales de l'Ubaye et de l'Embrunais. Ce « Flysch calcaire » n'est donc qu'un facies du Nummulitique. On distingue fort bien sur notre photographie les bandes alternativement claires (Nummulitique) et sombres (Flysch) qui indiquent l'affleurement des anticlinaux et des synclinaux si curieusement *empilés* dans cette montagne.

3° Grès siliceux dits « *Grès d'Annot* » appartenant au terrain oligocène inférieur. Ces grès, contenant souvent des intercalations de poudingues également siliceux, ont une teinte grisâtre sur les cassures fraîches mais prennent, par l'exposition à l'air, une couleur rose ou brunâtre ; ils forment de gros bancs réguliers (Montagnes des Tours), séparés par des lits argilo-schisteux. Parfois comme à

l'emplacement du lac, au N.-E. de celui-ci et près du Col de l'Encombrette, l'élément argilo-schisteux vient à dominer dans la partie supérieure de cet étage, et les grès ne forment alors que de minces bancs à texture fine, au milieu de schistes d'un brun noirâtre *(Flysch gréseux)*. Plus au Nord, cette transformation est complète et il est probable qu'une notable partie du Flysch gréseux de l'Embrunais correspond à cette assise (1). Les grès d'Annot sont très développés tout autour du lac d'Allos : ils le bordent au N., au N.-E. et au S.-O. et forment une grande partie de son fond, ainsi que le montre la constitution de deux îlots visibles vers le milieu du lac (et qui sont de grès d'Annot). Ces mêmes grès constituent les montagnes des Tours, au S.-E. du

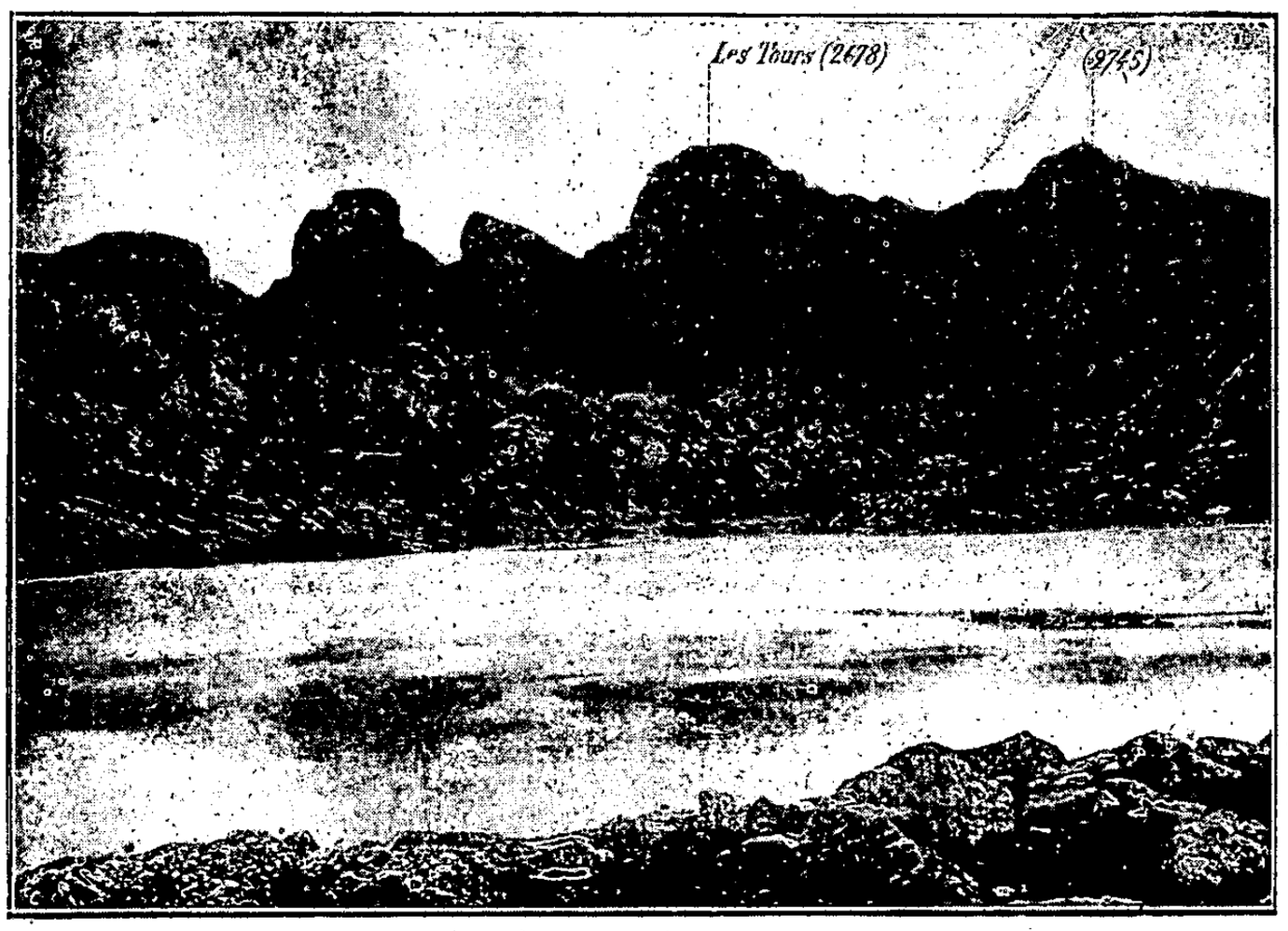


FIG. 2. — *Le Lac d'Allos, vue prise du bord occidental.*

Dans le fond, les Tours formées de Grès d'Annot ; plus en avant, anticlinal étiré de Calcaires crétacés.

lac, le point 2.515 au N. où ils sont très argileux et le Pas de Lausson. On les retrouve à l'O. (Tête de Mounier), et au S.-O. (Tête de Valplane), ainsi qu'au Col de l'Encombrette.

Les terrains que nous venons de décrire offrent dans la région du Lac la disposition suivante :

(1) M. Léon Bertrand est arrivé à la même conclusion pour la région des Alpes-Maritimes. Nous avons, M. Haug et moi, adopté, pour le bassin de l'Ubaye, la même interprétation.

Ils forment une série de bandes N.-E. S.-O., alternativement synclinales et anticlinales; les assises les plus anciennes constituant les bandes (plis convexes) anticlinales et les couches les plus récentes étant repliées dans les bandes synclinales (plis concaves).

Au Mont Pelat, ces plis se montrent plus serrés et *empilés* ; ils forment là un faisceau avec d'autres anticlinaux venant de l'E. S.-E. par le Pas de Lausson et le Col de la Cayolle.

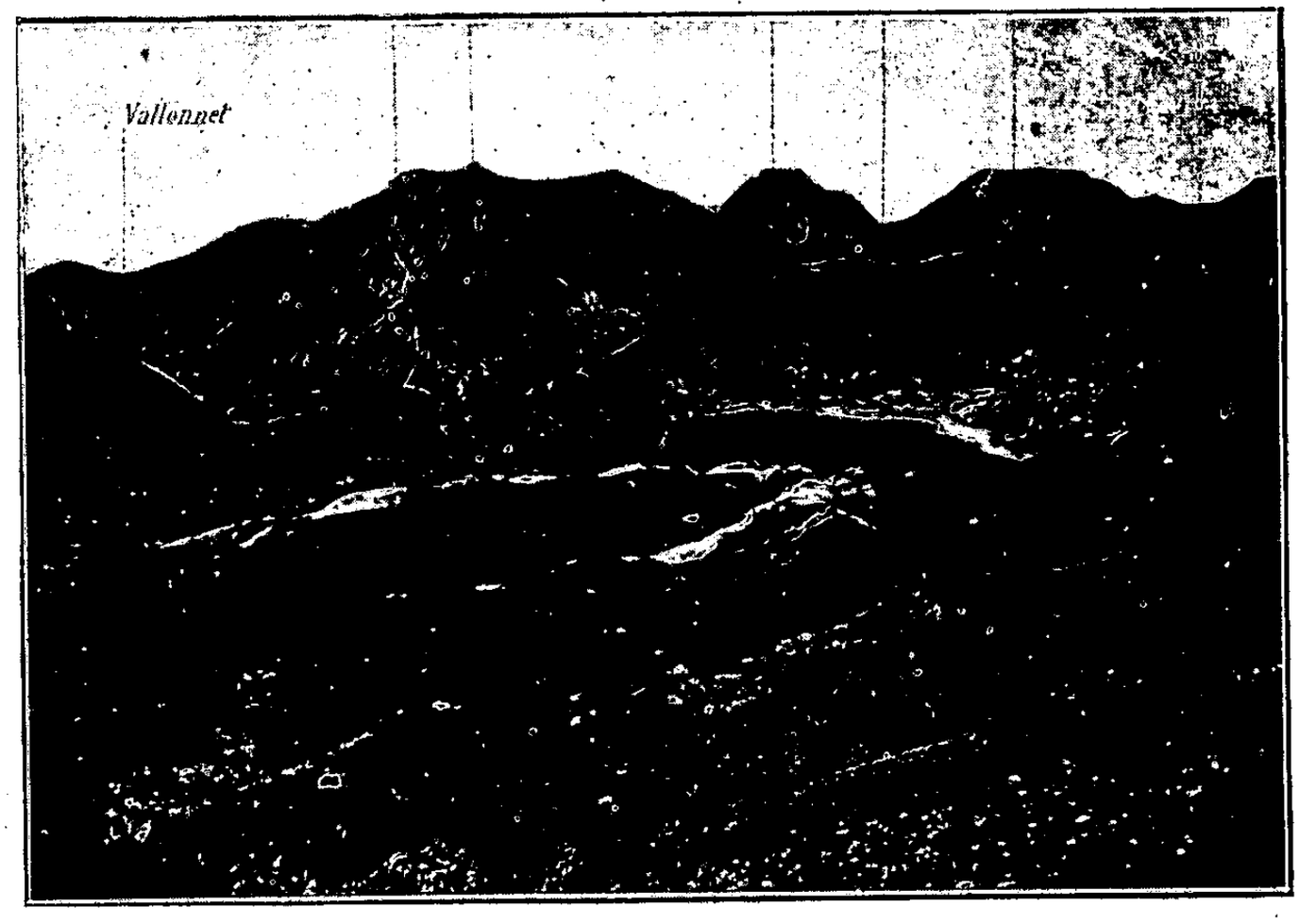


FIG. 3. — *Le Lac d'Allos ou du col de l'Encombrette.*

Le Lac occupe une bande synclinale de Grès d'Annot, avec Flysch, qui le traverse très obliquement du N.-E. au S.-O.; il est limité à l'O. et à l'E. par deux anticlinaux ; celui de l'O. constitué uniquement par un bourrelet de conglomérats nummulitiques, celui de l'E. beaucoup plus accentué, et entamé légèrement par la cuvette lacustre dans sa partie Sud, formé surtout de calcaires crétacés laminés et étirés (v. *fig. 3*).

L'écoulement actuel du Lac est souterrain et alimente, ainsi que l'ont prouvé les expériences des ingénieurs, la source du Chadoulin, située de l'autre côté de l'anticlinal nummulitique qui sépare le point d'émergence de cette source de la cuvette lacustre. L'eau traverse donc ce pli, nettement constaté, pour se rendre du Lac à la Source.

MM. B. RENAULT et A. ROCHE

à Paris.

SUR UNE NOUVELLE DIPLOXYLÉE DU CULM [561.52]

— Séance du 9 août 1897 —

Cette nouvelle Diploxylée a été rencontrée dans la région des gisements silicifiés d'Esnost, où les échantillons de *Diplolabis* sont si nombreux (1).

L'échantillon représente la première Diploxylée à structure conservée, recueillie en France dans un étage aussi ancien, il comprend un fragment de tige composé d'une portion d'écorce et de cylindre ligneux.

Ecorce. — La surface de l'écorce n'offre aucune cannelure, elle ne montre ni coussinets, ni cicatrices foliaires, mais les marques laissées par six organes allongés, à section elliptique, disposés en hélice le long de la tige, l'aspect général est celui d'un *Syringodendron* monostigmé dépourvu de côtes.

Les organes en question peuvent être compris par deux lignes hélicoïdales, la première dirigée de droite à gauche si on regarde l'échantillon et inclinée de 20° sur une génératrice du cylindre ; la distance des centres des sections elliptiques, sur cette ligne, est de 27^{mm} environ.

La seconde ligne dirigée de gauche à droite est inclinée de 65° sur la même génératrice, la distance des centres des sections elliptiques est de 35^{mm} environ.

L'écartement des deux lignes hélicoïdales mesure 26^{mm}, quatre des organes précédents et voisins, forment un parallélogramme ayant 27 et 35^{mm} de côtés et des angles, supérieur et latéral, respectivement de 85 et 95°.

(1) Dans le gisement d'Esnost le genre *Diplolabis* remplace le genre *Clepsydropsis* (Unger) qui caractérise les bancs silicifiés du Culm de Combres — Lay — Régny, etc., dans le Roannais.

Les sections elliptiques mesurent 9mm en hauteur et 3mm en largeur, elles contiennent un tissu cellulaire assez mal conservé, sans traces de faisceaux vasculaires se rendant à quelqu'appendice, ni de canaux sécréteurs comme cela se voit dans les Syringodendrons provenant de Sigillaires ; ce sont des organes aérifères.

La partie conservée de l'écorce qui appartient sans aucun doute à une vieille tige, ne représente que le suber ; elle atteint 15mm d'épaisseur, la portion parenchymateuse et lacuneuse entourant le cylindre ligneux a été détruite, le liber lui-même a disparu.

Les éléments de la couche subéreuse sont facilement observables, ce sont des bandes rayonnantes, sinueuses, disposées en réseau par leur rapprochement et leur écartement mutuels, les mailles verticales, très allongées, rappellent celles du suber du *Lépidodendron esnostense*. Vues en section tangentielle, les cellules du réseau mesurent 0mm,305 de hauteur et 0mm,070 dans leur plus grande largeur et paraissent fusiformes. Sur une coupe radiale, elles sont disposées en lignes rayonnantes sensiblement horizontales, leur section, rectangulaire, atteint 0mm,305 en hauteur et 0mm,093 en largeur. Comme la plupart des cellules altérées qui nous ont été conservées en cet état, par la silice, elles portent un nombre considérable de microcoques.

Les mailles du réseau sont occupées par des cellules à minces parois, offrant des sections rectangulaires, variables de dimensions, la grande longueur peut osciller entre 0mm,188 et 0mm,300 et la petite entre 0mm,070 et 0mm,115.

Entre l'écorce représentée seulement par l'épaisse couche de liège dont nous venons de parler et le cylindre ligneux, aucun tissu n'a été conservé, l'intervalle est actuellement rempli par différents organes de plantes, radicelles, macrospores, microspores, etc., que l'on ne peut rattacher avec certitude au végétal dont nous nous occupons.

Cependant, à la périphérie du cylindre ligneux et en contact avec lui, on remarque un certain nombre de faisceaux vasculaires qui en dérivent ; leur section circulaire, ou un peu elliptique montre au centre un bois primaire centripète, et en dehors un bois secondaire centrifuge. Ces faisceaux vasculaires qui appartiennent à des ramules et non à des feuilles devaient se rendre au dehors en traversant l'écorce, mais cette dernière s'exfoliant continuellement, a fini par en perdre les traces en vieillissant ; le bois au contraire les a conservées dans toute son épaisseur.

Bois. — Le liber n'a pas été conservé, il en est de même pour la zone génératrice. Le système ligneux comprend deux parties : un

bois extérieur secondaire, centrifuge, un bois intérieur primaire, centripète.

Le cylindre ligneux extérieur conservé ne représente que le 1/3 d'une circonférence, les deux autres tiers ainsi que la presque totalité du bois centripète ont été détachés. L'épaisseur du bois secondaire est d'environ 20^{mm}; il est composé de lames de trachéides rayées, à section transversale carrée ou rectangulaire, mesurant dans la région moyenne 74μ dans le sens du rayon et 50μ dans le sens tangentiel, la distance des raies est de 8 à 9μ. Les séries de trachéides sont séparées radialement par des rayons cellulaires très grêles formés de 1 à 3 cellules en hauteur et d'une seule rangée en épaisseur.

Le cylindre ligneux est traversé par de nombreux rayons, composés de cellules rayées, courtes, contournées contenant, en dessous, un faisceau foliaire très peu apparent, et en dessus, un faisceau de ramule où on distingue au centre le bois centripète et une couronne de bois centrifuge qui l'entoure, ces derniers faisceaux sont ceux-là mêmes, qui après leur sortie s'élèvent verticalement pendant quelque temps à la surface du bois et dont nous avons parlé.

Leurs sections tangentielles peuvent être comprises sur deux lignes hélicoïdales, l'une allant de droite à gauche et formant un angle de 20° avec la verticale, l'autre allant de gauche à droite et inclinée de 30°.

Sur la première les sections sont distantes de 7^{mm}, sur la seconde de 9^{mm}. Quatre cicatricules contiguës marquent les sommets d'un parallélogramme dont les angles supérieur et inférieur mesurent 50° et les angles latéraux 130°, les côtés étant respectivement de 7 et 9^{mm}. Le bois rayonnant secondaire entourait comme nous l'avons dit un cylindre de bois primaire centripète dont il ne reste qu'une très faible partie adhérente, en certains points, à la surface interne du cylindre secondaire, d'ailleurs sans cannelures et lisse. Cette portion du bois centripète est formée de bandes verticales de trachéides rayées, et de lames cellulaires parallèles et alternantes, les lames cellulaires remplissaient l'intervalle compris entre les pointements vasculaires périphériques du bois centripète. C'est à ces pointements que venaient aboutir les cordons foliaires et rameaux dont nous avons parlé. L'ensemble du bois centripète nous est inconnu, ce qu'il en reste rappelle la partie périphérique du bois primaire des *Lepidodendron esnostense* ou L. *rhodumnense*. Mais nous ne voyons pas que l'addition d'une couronne de bois secondaire suffirait pour permettre la similitude générique de ces Lépidodendrons et de la plante que nous décrivons en ce moment; nous la désignerons donc sous le nom de *Diploxylon esnostense*.

En résumé notre nouvelle plante présente un cylindre ligneux diploxylé rappelant dans une certaine mesure celui de l'*Anabathra pulcherrima* de Witham, mais elle en diffère par la ténuité des rayons cellulaires qui sont beaucoup plus rares et plus grêles dans notre échantillon, par le grand développement des cellules vasiformes qui accompagnent les faisceaux des feuilles et des ramules, et par d'autres particularités sur lesquelles nous reviendrons. Le système ligneux diploxylé est accompagné d'une écorce à structure lépidodendroïde portant des cicatrices qui rappellent les écorces de Syringodendron monostigmé dépourvues de côtes. Nous trouvons réunis ici les caractères des Diploxylées, et quelques-uns de ceux des Lépidodendrons.

Dans une note ultérieure nous ferons connaître des écorces lépidodendroïdes munies de coussinets conservés et qui semblent se rapporter au *Diploxylon esnostense*.

M. Emile HAUG

Maître de conférences à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

SUR QUELQUES POINTS THÉORIQUES RELATIFS A LA GÉOLOGIE DE LA TUNISIE

[556(61.1)]

— *Séance du 11 août 1897* —

A l'occasion du congrès de Carthage j'eus le plaisir de faire en compagnie de M. Ficheur, professeur à l'École supérieure des sciences d'Alger, des excursions au Bou-Kournin et au Zaghouan qui nous permirent d'observer quelques faits nouveaux dont on trouvera un exposé sommaire dans les comptes rendus de l'Académie des sciences (1) ; en élaborant ces résultats je fus amené à étudier

(1) E. Ficheur et E. Haug. Sur les dômes liasiques du Zaghouan et du Bou-Kournin (Tunisie). *Comptes rendus Acad. Sc.*, 8 juin 1896.

les publications géologiques relatives à la Régence et je fus conduit par mes lectures à quelques conclusions d'ordre général dont le développement fait l'objet des lignes suivantes.

1° *Transgressions.* — Si l'on fait abstraction du Trias, dont la présence en Tunisie est rendue au moins très probable par les découvertes récentes dans la province de Constantine, les terrains les plus anciens qui affleurent dans la Régence appartiennent au système jurassique, mais la série est loin d'être complète, car le Lias supporte immédiatement l'Oxfordien ou le Portlandien et ces deux étages peuvent eux-mêmes faire défaut, le Néocomien reposant alors directement sur le Lias.

Le Lias, dont la présence au Zaghouan a été signalée pour la première fois par M. Baltzer, constitue en réalité toute l'ossature du Bou-Kournin, du Zaghouan, du djebel Oust, comme j'ai pu m'en assurer en compagnie de M. Ficheur, et très vraisemblablement aussi celle du djebel Djoukar, du djebel Bargou, etc. C'est avec le Lias de l'Apennin central et avec celui des Alpes Vénitiennes que le Lias du Nord-Est de la Tunisie paraît offrir le plus d'analogies.

L'Oxfordien, qui repose immédiatement sur le Lias, est constitué par des marnes granuleuses et des calcaires noduleux rouges très fossilifères, dont l'aspect est identique non seulement avec celui de l'Oxfordien de plusieurs localités algériennes, mais encore avec celui des Sette Communi.

La transgressivité de l'Oxfordien n'est pas propre à la Tunisie, elle se retrouve notamment dans les Alpes-Maritimes (Léon Bertrand); dans les Préalpes Fribourgeoises (Hans Schardt); dans les Alpes de Glaris (Mœsch).

Le Portlandien ou Tithonique est représenté au Zaghouan par des calcaires zoogènes en bancs bien réglés, qui, par la présence du genre *Ellipsactinia*, rappellent les couches tithoniques de l'Apennin, des environs du col de l'Argentière, de Stramberg et de la Grèce. On sait que la transgression tithonique a été signalée dans la zone du Briançonnais (Zaccagna, Kilian, Franchi), à l'Alpe Puez, dans le Tyrol méridional (Haug), dans l'Apennin central (Canavari, Verri), dans les Carpathes Roumaines (Popovici), dans le Caucase (Fournier), etc., dans la Catena metallifera (Canavari, Lotti), dans la Calabre (Cortese), en Grèce (Boblaye, Douvillé).

La série transgressive ne débute pas partout par le Tithonique inférieur : au Bou Kournin, par exemple, M. Aubert a signalé un banc de calcaire rouge et vert bréchiforme, qui repose sur les cal-

caires du Lias et contient *Simoceras agrigentinum, Hoplites privasensis*, fossiles des couches de Stramberg ; au djebel Oust, d'après le même auteur, les fossiles tithoniques sont remaniés et se trouvent associés à des fossiles berriasiens dans des couches jaunes ou rouges, noduleuses ou bréchiformes, discordantes par rapport aux calcaires-marbres du Lias qu'elles surmontent ; le Néocomien proprement dit repose lui-même au Zaghouan en transgressivité sur le Lias, sur l'Oxfordien ou sur le Jurassique supérieur. La transgression néocomienne n'est donc en Tunisie, comme dans d'autres régions, que la continuation de la transgression tithonique.

Aux couches gréseuses et marneuses à facies flysch du Néocomien fait suite en beaucoup de points une série marneuse ininterrompue, comprenant le Barrémien, l'Aptien, l'Albien et le Cénomanien. Dans presque toute la Tunisie ce dernier étage supporte immédiatement, et quelquefois même en discordance angulaire, le Sénonien, le Turonien faisant presque partout défaut. Il existe cependant dans le Nord-Est de la Régence plusieurs points où le Sénonien repose immédiatement sur des étages plus anciens que le Cénomanien : d'après la carte de M. Aubert, il s'appuie sur le Néocomien à l'est du djebel Reças ; il en est de même aux environs de Zaghouan et au djebel Battaria, près Takhrouna ; sur le pourtour du djebel Djoukar et du djebel Bargou il paraîtrait que le Sénonien s'étend successivement en transgression sur le Cénomanien, sur le Néocomien et même sur le Jurassique. Cette transgressivité du Sénonien est un fait très général dans les régions appartenant au système alpin : dans l'Apennin on a signalé en bien des points la superposition directe du Sénonien au Tithonique ; le même fait a été observé par M. Portis, près du col de l'Argentière ; dans le Dévoluy les mouvements antésénoniens ont été récemment mis en lumière par M. Pierre Lory ; dans la zone du Chablais la transgressivité des « couches rouges » est assez générale ; dans les Alpes Orientales on connaît depuis longtemps l'indépendance complète des couches de Gosau des couches secondaires plus anciennes, et dans les Carpathes des faits analogues ont été constatés par M. Uhlig, en Galicie, et, tout récemment, par M. Popovici, en Roumanie. Les caractères paléontologiques du Sénonien du Nord de la Tunisie ne sont pas sans présenter, eux aussi, des analogies frappantes avec ceux du Sénonien des Alpes françaises, des « couches rouges » à Inocérames de Suisse, de la Scaglia de Vénétie *(Stenonia tuberculata, Cardiaster italicus)*.

L'Eocène inférieur prend un grand développement dans la Kroumirie et dans le centre de la Tunisie ; il semble faire entièrement

défaut aux environs de Sbeitla, de Kasserine, de Fériana ; il existe de nouveau, plus au sud, dans les chaînes de Tamerza et de Gafsa. Les deux régions immergées à l'époque de l'Eocène inférieur communiquaient à l'est de la région émergée par les chaînons du Nasser Allah et du Sidi bou Goubrin et par le massif du djebel Ousselet ; mais dans le Nord-Est s'étendait également une terre émergée, car l'Eocène inférieur est inconnu aux environs de Tunis et de Zaghouan et le terme inférieur de l'Eocène supérieur, le Medjanien — quelquefois même le terme supérieur, le Numidien — est transgressif et repose en discordance angulaire sur les terrains secondaires en de nombreux points, comme, par exemple, dans la région du Fahs, à l'ouest du djebel Reças et du Zaghouan, dans l'Enfida et jusqu'au djebel bou Daboux. Dans le Sud, par contre, l'Eocène supérieur fait entièrement défaut. Je ne ferai que rappeler la transgressivité bien connue de l'Eocène supérieur (Oligocène inférieur des Allemands) dans les régions alpines.

En ce qui concerne la répartition du Miocène en Tunisie il y a lieu d'insister seulement sur la transgressivité graduelle sur le Sénonien, sur le Crétacé moyen et sur le Néocomien que présente ce groupe — toujours d'après la carte de M. Aubert — autour du djebel Mirilah, près de Sbeitla ; c'est l'affleurement le plus méridional que l'on connaisse actuellement.

En résumé, et si l'on fait abstraction du Lias, dont le substratum est encore inconnu en Tunisie, ce sont les terrains suivants qui, dans la région montagneuse située entre Tunis et Sbeitla, possèdent un caractère de transgressivité manifeste : l'Oxfordien, le Portlandien, le Sénonien, l'Eocène supérieur, le Miocène. Au point de vue orographique cette même région, dont les principaux sommets sont le Bou-Kornin, le Reças, le Zaghouan, le djebel Djoukar, le djebel Bargou, le djebel Mrilah, etc., a quelquefois été désignée avec raison sous le nom de dorsale de l'Atlas Tunisien ; elle forme une bande assez large; qui traverse en biais le territoire de la Régence, avec une direction N.N.E. — S.S.W., et dans laquelle les phénomènes de plissement ont atteint leur maximum d'intensité, prenant une allure comparable à celle que l'on observe dans certaines régions alpines. Au N.W. et au S.E. de cette bande ce ne sont plus les mêmes terrains qui se présentent en transgressivité, ce sont le Cénomanien et l'Eocène inférieur, terrains qui dans toute la région de la dorsale sont au contraire régressifs ou font même entièrement défaut.

J'ai insisté sur les grandes analogies qui existent entre les terrains constituant la série sédimentaire dans la région dorsale et les ter-

rains de même âge de l'Apennin central et de certaines régions alpines ; ces terrains se retrouvent, de part et d'autre de la Méditerranée, non seulement avec les mêmes facies mais encore avec le même caractère transgressif. Les grandes transgressions oxfordienne, portlandienne, sénonienne, éocène supérieure du système alpin se retrouvent dans la région dorsale de l'Atlas Tunisien. De même le Jurassique moyen, le Cénomanien, l'Eocène inférieur, qui manquent dans une grande partie de la chaîne des Alpes, font également défaut dans cette région dorsale ; en revanche, ces mêmes terrains, qui sont transgressifs dans de nombreuses régions étrangères au système alpin, le sont également de part et d'autre de la dorsale de l'Atlas Tunisien, d'une part vers la chaîne littorale de l'Algérie, de l'autre vers le Sud, à l'approche d'une région où les plissements alpins ne se sont plus fait sentir.

M. de Grossouvre (1) a déjà fait ressortir le contraste qui existe entre les mouvements du sol de la région alpine et ceux du Nord de l'Europe ; il a montré par quelques exemples qu'à une phase négative dans l'une des régions correspond une phase positive dans l'autre et vice versa. La Tunisie fournit une nouvelle confirmation de cette loi, qui, en ce qui concerne l'ère secondaire et l'ère tertiaire, paraît posséder une grande généralité, et cela à la fois, dans la région alpine comprise dans le sens le plus large, et dans les régions adjacentes d'ancienne consolidation, qui n'ont pas subi les mouvements orogéniques du système alpin.

2° *Rôle prépondérant des dômes.* — Le trait dominant dans l'orographie de la Régence est la discontinuité des chaînons. Ce caractère, qui ressort au simple examen d'une bonne carte, est dû à une disposition particulière des couches en dômes et en cuvettes. Les dômes sont des surélévations anticlinales, dans lesquelles les couches plongent d'un point central vers la périphérie et qui font affleurer les couches les plus anciennes de la région ; les cuvettes sont, par contre, des dépressions synclinales, dans lesquelles les couches plongent de toutes parts de la périphérie vers un point central et qui contiennent des témoins, épargnés par l'érosion atmosphérique, des couches les plus récentes de la région. En Tunisie, les dômes font affleurer, au milieu de vastes surfaces occupées par les terrains crétacés moyens et supérieurs, les terrains jurassiques et les terrains crétacés inférieurs ; dans les cuvettes synclinales sont conservés des témoins des terrains tertiaires.

(1) Sur les relations entre les transgressions marines et les mouvements du sol. *Comptes rendus Acad. Sc.*, 5 février 1894.

Plusieurs de ces dômes affectent une grande régularité et leurs contours possèdent une forme presque circulaire ; on peut citer comme exemple le dôme liasique du djebel Oust, sur la route de Tunis à Zaghouan, et les dômes néocomiens de l'Ouest. Le plus souvent leurs contours sont plutôt elliptiques : le Bou Kournin, par exemple, est constitué, comme M. Ficheur et moi avons pu nous en assurer, par un pointement central de calcaires liasiques, flanqué de Tithonique supérieur et entouré d'auréoles concentriques de terrains crétacés, dont les contours sont assez régulièrement elliptiques. Dans le Sud, il existe tous les passages entre des dômes elliptiques plus ou moins allongés et de véritables chaînons anticlinaux, qui atteignent ici une longueur beaucoup plus considérable que dans le Nord, comme par exemple le chaînon du djebel Cherb, au nord du Chott el Fedjedj.

D'autres massifs, comme le Zaghouan, ne sont plus des dômes simples, mais sont constitués par un certain nombre de dômes secondaires plus ou moins indépendants, pressés les uns contre les autres, mais dont l'ensemble se comporte comme un dôme unique (1).

La surrection des dômes n'a pas toujours eu lieu d'une manière régulière : tantôt certaines couches, et en particulier les couches marneuses, ont été laminées sur les flancs du dôme ou sont restées en profondeur, tantôt ce sont les couches rigides qui ne se sont pas prêtées au plissement et se sont rompues, donnant lieu à d'importantes fractures le long desquelles certaines parties ont été portées à des altitudes plus considérables que d'autres, d'où résulte une apparence de faille d'affaissement.

Ces dislocations intenses se sont produites à peu près exclusivement dans la région de la dorsale de l'Atlas Tunisien et il est probable que dès l'époque secondaire les dômes y étaient ébauchés, de sorte que les mouvements positifs et négatifs des lignes de rivage étaient dus aux oscillations verticales qu'ils présentaient, ce qui explique pourquoi la série sédimentaire y est beaucoup moins continue que dans les régions immédiatement avoisinantes.

Sans vouloir chercher des points de comparaison dans l'Amérique du Nord ou dans le Caucase, on peut trouver en Europe des régions où le régime des dômes est également le trait dominant de la tectonique. Je mentionnerai en particulier la Basse-Provence, les Alpes-Maritimes, les environs de Sisteron et le Dévoluy, puis, en Italie, la région si curieuse de l'Apennin transtévérin, dont la tectonique

(1) V. FICHEUR et HAUG, *loc. cit.*

présente, à en juger par la carte des environs de Terni et de Rieti, de M. Ant. Verri (1), une si frappante analogie avec celle de la région au sud de Tunis.

Mais tandis que dans plusieurs de ces régions la présence des

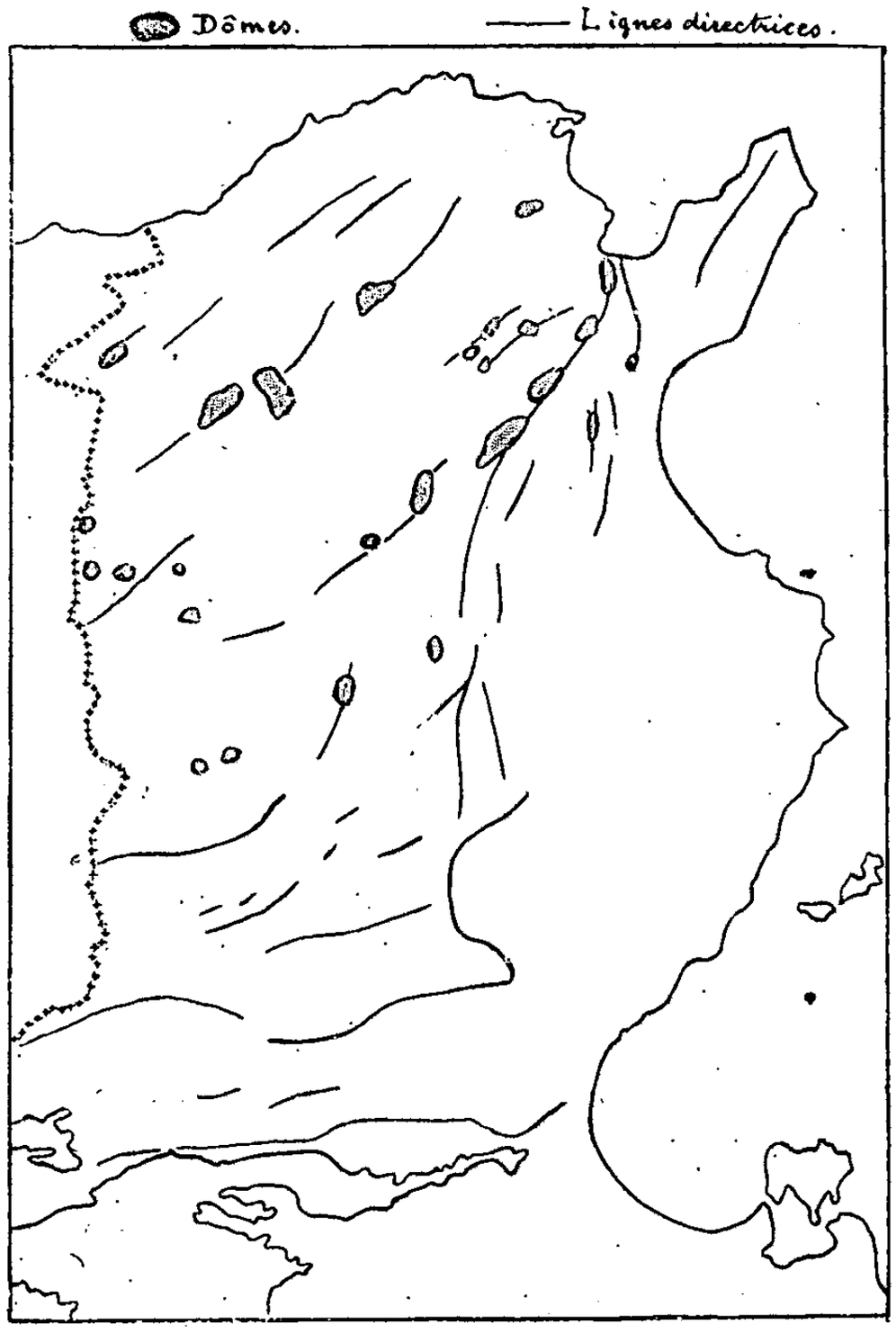


FIG. 1. — *Carte orotectonique de la Tunisie par Emile Haug.*

dômes, formés lors d'une première phase de plissement, a exercé une action perturbatrice sur les plissements de la dernière phase orogénique, on ne peut trouver en Tunisie de trace de mouvements tangentiels intenses, qui auraient donné par exemple naissance à de

(1) VERRI e PARONA, Pl. 1. Studi geologici sulle bonche di Terni e di Rieti, *Mem. R. Accad. d. Lincei*, ser. III, vol. XV.

vastes plis couchés dont les axes auraient été déviés par les dômes pré-existants ; il semble que l'on puisse tout au plus affirmer que la direction des poussées auxquelles étaient dûs les plissements ait subi dans le cours des périodes géologiques des changements peu considérables, les dômes se produisant alors principalement dans les points d'intersection de deux directions consécutives.

Si l'on cherche d'ailleurs à coordonner les alignements des dômes on éprouve d'assez grandes difficultés ; on constate bien que les dômes sont le plus souvent disposés bout à bout en chapelets, mais souvent ces traînées en chapelet viennent converger et se soudent, souvent aussi elles viennent se relayer, de sorte qu'il est difficile de les suivre sur une grande longueur, surtout quand on est réduit à l'examen de la carte géologique. La grande extension des dépôts pléistocènes, qui s'étendent en nappes épaisses dans les dépressions situées dans les intervalles des dômes, augmente encore considérablement ces difficultés, aussi le schéma ci-joint *(fig. 1)* ne doit-il être considéré que comme un essai tout à fait provisoire de tracé des lignes directrices de la Tunisie.

Plusieurs des dômes du Nord-Est de la Régence paraissent avoir été ébauchés à une époque très ancienne et être l'œuvre d'efforts orogéniques réitérés, car c'est précisément sur leurs flancs que l'on observe les lacunes dans la sédimentation et les transgressions dont il a été question plus haut.

3° *Relations de l'Atlas Tunisien avec les régions voisines.* — Tout le monde sait que l'Atlas tunisien est la continuation de l'Atlas algérien, mais la question de savoir à laquelle des « zones » de ce dernier — (1) chaîne littorale, (2) Atlas Tellien, (3) Hauts Plateaux, (4) Atlas Saharien — il se rattache, mérite d'être examinée de plus près. On pourrait être tenté de croire que les quatre zones de l'Atlas algérien se continuent vers l'est dans l'Atlas tunisien ; il n'en est rien : un examen attentif de la carte géologique provisoire de l'Algérie (2e édition) montre avec évidence que la zone des Hauts Plateaux ne s'étend pas vers l'est au-delà du Chott el Hodna, que la zone littorale et la zone de l'Atlas Tellien n'ont pas de continuation orientale au-delà d'une ligne allant de Batna à Bône en passant par Guelma et que la zone de l'Atlas saharien se continue au contraire vers le nord-est jusqu'à la mer, en comprenant toute la région de Soukarras, venant ainsi *relayer* les trois zones extérieures. Ainsi c'est l'Atlas Saharien qui seul se continue en Tunisie (1), en tant que zone tectonique. L'Atlas

(1) *Atlas Vidal-Lablache,* Pl. 81, b. d.

Saharien lui-même présente une structure des plus curieuses : les chaînons, correspondant à des anticlinaux, sont à peu près tous dirigés du S. W. au N. E., ils ne sont donc pas parallèles aux bords de la zone et viennent se terminer vers le sud en formant un angle aigu avec la limite de l'Atlas Tellien et du Sahara. Cette succession de redents s'observe depuis le Maroc, où cette structure — propre au bord externe de nombreuses chaînes de montagnes — est nettement visible sur les nouvelles cartes du Dépôt de la Guerre, jusqu'à la frontière tunisienne; elle est particulièrement marquée dans l'Aurès et dans les monts des Nemencha. Ici cependant les chaînons les plus occidentaux conservent seuls leur direction S. W.-N. E., et pénètrent avec cette direction dans la Régence, dont elles forment toute la région centrale, tandis que les chaînons situés à l'est prennent une direction W.-E., qu'elles conservent en Tunisie : les plus méridionales (djebel Cherb, djebel Chebaga), jusque vers Gabès, où elles plongent sous la plaine avant d'atteindre le littoral; les plus septentrionales (chaînons de Gafsa et du djebel Meloussi), jusqu'au Sahel de Sfax, où elles s'infléchissent brusquement vers le nord pour rencontrer aux environs de Kairouan les chaînons à direction S. W.-N. E. Ces derniers conservent leur direction jusqu'à la mer, qu'ils atteignent entre La Calle et Tunis; les chaînons orientaux, par contre, reprennent, en approchant du golfe de Tunis, leur direction N.-S. et se terminent par le Bou Kournin; seul le plus oriental, celui du djebel Abd er Rahman, atteint la mer au cap Bon avec une direction S. S. W.-N. N. E.

On le voit, nous sommes loin des schémas qui donnent aux plissements de l'Atlas Tunisien une direction W.-E. ou W. S. W.-E. N. E; dans ces schémas on raccordait ces plissements avec ceux de la Sicile : cette manière de voir ne me paraît pas fondée. Si en effet, on prolonge par la pensée les chaînes de l'Atlas Tunisien vers le N.-E., on passe bien à l'ouest de la Sicile et, en continuant en ligne droite, on atteint l'Italie centrale au S. E. de Rome et l'on tombe sur l'Apennin Transtévérin dont les plissements sont dirigés à peu près N.-S., obliquement à l'axe orographique de la chaîne principale, et semblent bien constituer la continuation directe des plissements de l'Atlas Tunisien. Cette hypothèse est rendue très vraisemblable par les grandes analogies, à la fois stratigraphiques et tectoniques, qui existent entre la Tunisie et les environs de Terni et de Rieti, sur lesquelles j'ai attiré plus haut l'attention du lecteur. Les analogies entre la série sédimentaire de la Tunisie et celle de la Sicile sont beaucoup moins considérables et il en est de même de celles que l'on

pourrait essayer de trouver entre la tectonique des deux pays, de sorte que l'assimilation proposée en premier lieu par Coquand et admise par M. Suess paraît peu fondée. En revanche, les grandes profondeurs que possède la mer Tyrrhénienne entre la Tunisie et l'Italie centrale (3.730^{m}) ne sauraient être invoquées contre mon hypothèse, car on sait que l'effondrement de la mer Tyrrhénienne est de date très récente.

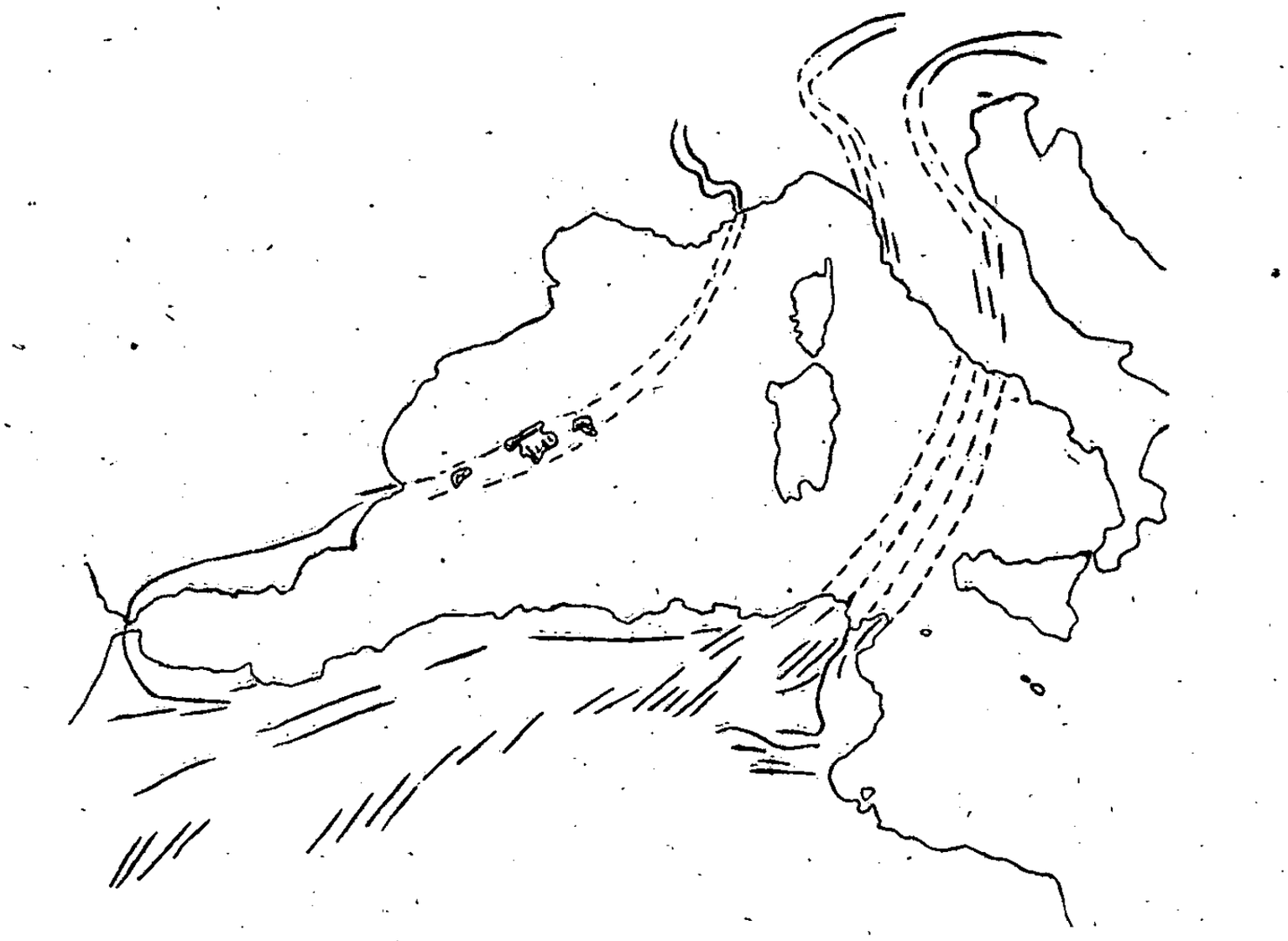


FIG. 2.

Carte schématique des lignes directrices des chaînes entourant la Méditerranée occidentale par Emile Haug.

La Tunisie se trouve ainsi réunie par l'Apennin central avec les Alpes calcaires méridionales *(fig. 2)*, dont la série sédimentaire présente de si grandes analogies avec celle de la « dorsale tunisienne » ; d'autre part, l'Atlas Tunisien a des affinités stratigraphiques avec l'Algérie, sur lesquelles il est inutile d'insister et l'on sait que l'Atlas Tellien et la chaîne cristalline du littoral se relient par Gibraltar avec la chaîne subbétique et la chaîne bétique, qui se continuent vers l'est par les Baléares. Quant à ces dernières je serais porté à les relier à la zone

des Alpes qui atteint la mer à Nice avec une direction N.-S., de même que la zone axiale des Alpes atteint la mer dans les environs de Savone et semble se continuer en Corse (1). Ainsi les Alpes calcaires septentrionales se trouveraient réunies aux Alpes calcaires méridionales par une courbe énorme passant par les Alpes Maritimes, les Baléares, l'Andalousie, le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, l'Apennin central et la Vénétie et correspondant à une zone aussi homogène par la constitution de sa série sédimentaire qu'elle l'est par la nature et l'âge de ses dislocations. La zone cristalline axiale se continuerait, elle, par les Alpes de Savone, la Corse, la Sardaigne, la zone littorale de l'Algérie, le Rif Marocain, la chaîne Bétique et c'est autour de ce massif d'ancienne consolidation que s'est moulée la courbe fermée des plissements alpins, tout comme les courbes des Carpathes et des Alpes Dinariques se sont moulées autour des massifs anciens de la Hongrie et de la Croatie.

Enfin, j'ajouterai que la courbe fermée qui entoure la Méditerranée occidentale peut être en tous points comparée à l'immense zone de terrains à facies alpin et de plissements d'âge tertiaire qui entoure tout le Pacifique. Il semble que les deux courbes — géosynclinaux de la période secondaire — étaient peut-être reliées entre elles par une bande traversant en biais l'Atlantique, et dont les deux extrémités — la Cordillière qui aboutit à l'île de la Trinité et la branche méridionale de l'Atlas Marocain — sont seules connues. Mais ces problèmes ardus de géographie géologique n'ont qu'un rapport lointain avec la géologie de la Tunisie et mériteraient une étude plus détaillée, que je me propose de publier ultérieurement.

---

(1) V. E. Haug, *Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. XXIV, p. 552.

M. H. NICOLAS

Bibliothécaire de l'Académie de Vaucluse, à Avignon.

ÉTUDE SUR LA FAUNE MALACOLOGIQUE DU DANIEN. FOSSILES DES BAUX

[560 (44.91)]

— *Séance du 11 août 1897* —

Dans un précédent mémoire sur la faune malacologique du Danien (1) des Baux, nous avons décrit les espèces nouvelles de cette région. Cette présente étude n'est donc que la suite des formes paléontologiques de cet horizon qui viennent s'ajouter nombreuses et d'autres qui se retrouveront encore dans ces puissantes assises fossilifères des Baux.

Nous avons examiné précédemment le mode de formation probable de ces diverses assises (assez subdivisées comme on a pu le voir dans quelques travaux stratigraphiques) qui composent ces couches et cela par la seule comparaison des fossiles contenus, puis, sur ces indications, nous avons été amené à conclure que ces Etangs du Danien, au moins pour nos régions, d'abord profonds, s'étaient certainement colmatés lentement par des apports fluviaux d'une *grande région continentale*, de façon que dès leur début, les espèces lacustres prédominantes abondaient dans ces eaux, mais où cependant quelques espèces terrestres se montraient déjà, entraînées accidentellement, et se trouvaient ainsi mélangées en minorité, puis que de moins en moins répandues, à mesure qu'on s'élevait dans ces assises, les coquilles fluviatiles cédaient de plus en plus la place aux espèces terrestres, et qu'enfin (inversement) on remarquait tout au haut, à la partie supérieure de ces couches, l'abondance des coquilles terrestres où elles constituaient, presque à elles seules, la majorité des fossiles.

(1) Voir *Géologie de Saint-Remy* (Académie de Vaucluse, 1888); *Faune du Danien*, Congrès de Limoges 1890. — *Fossiles des Baux*, Congrès de Marseille 1891. — *Fossiles des Baux*, Congrès de Besançon 1893.

Passage graduel, proportionnel, nous conduisant d'une faune à une autre.

C'est sans doute à ces changements qu'on peut attribuer cette tendance à subdiviser stratigraphiquement toutes ces multiples couches, lorsque ce n'était, au fond, qu'une transposition lente, progressive et soutenue de coquilles lacustres faisant place à des coquilles terrestres, causée par des atterrissements continus, modifiant sans cesse les profondeurs de ces eaux.

Ceci fait mieux comprendre l'importance de cette substitution de faune. Sur la fin même de ce régime, ces lacs, desséchés sur certains points, ne recevaient plus sur leurs fonds boueux, cuvettes amoindries, que les mollusques terrestres entraînés par les averses orageuses. Nous avons dit et fait ressortir que pour obtenir ce résultat en présence de l'épaisseur considérable de ces couches, il fallait une *grande région continentale*, même en n'envisageant que nos dépôts provençaux; mais si nous poussons plus loin l'examen de la puissance de ces mêmes sédiments lacustres, il est impossible de ne pas reconnaître alors toute l'étendue de cette *immense région continentale*.

En Espagne, ces formations lacustres couvrent 14.000 kilomètres carrés, et leur puissance dépasse 100 mètres d'épaisseur.

Ils occupent la nouvelle Castille, la région Catalano-Castillane, enfin entre les provinces de Terrouel et de Catalogne.

« Il est impossible, nous dit M. Salmon (1), au point de vue pure-
« ment géologique, d'expliquer autrement que par l'existence d'un
« vaste continent, l'Atlantide (2), la formation en Espagne de ces
« immenses dépôts lacustres, etc.

« Nos géologues, continue-t-il, voient dans ces énormes masses
« fluviales le produit de grands cours d'eau coulant du Nord-Ouest
« au Sud-Est et appartenant à de vastes étendues qui se seraient
« affaissées depuis.

« Une aussi grande masse de sédiments d'eaux douces atteste
« l'existence de fleuves immenses qui ont déversé leurs eaux dans
« ces larges bassins pendant un laps de temps considérable, etc. »

Dès lors il n'est plus douteux, d'après certains auteurs (3), qu'à un moment donné l'Amérique ne fût réunie avec l'Europe.

Quoi qu'il en soit, et moins que jamais, nous n'avons pas à modifier

(1) Voir le travail des plus remarquables publié par cet auteur intitulé : *L'Atlantide et le Renne*, 1897.

(2) La merveilleuse légende des Atlantes ne serait plus le récit de l'imagination des écrivains, mais bien le récit fidèle de leur existence. Solon, Platon, Théopompe, etc.

(3) Georges Hervé, cours d'ethnologie professé à l'École d'anthropologie de Paris, 1893-1897.

nos premières appréciations sur la formation de nos dépôts, qui sont de plus en plus concluantes, que la Paléontologie vient d'ailleurs appuyer, mais de plus, la comparaison étroite de la faune du Danien établit une analogie frappante avec celle actuelle des régions Américaines.

La faune lacustre dès lors qui nous occupe, semble mieux connue et sauf quelques lymnées, genre fort nombreux, nous n'entrevoyons pas de formes spéciales bien caractéristiques à signaler. Par contre, les espèces terrestres donnent une faune très complexe, des plus variées, qui s'enrichit constamment en embrassant les genres les plus remarquables par leur importance.

Nous retrouvons chez elles cette affinité, cette réunion de formes similaires, qui fixent mieux les rapports de la faune du Danien et la rapprochent des contrées les plus éloignées, semble-t-il, pour si étrange que cela puisse paraître, mais il suffisait, dès lors, de ce trait d'union des continents pour effacer toute surprise.

Nous avions déjà signalé la présence de certains genres absolument typiques. C'est ainsi que les belles formes Choanopoma, Palœostoa (1), etc., se trouvent représentées parmi les fossiles des Baux, ce qui était aussi important à considérer qu'à faire connaître. C'est donc, de ce fait, le plus grand attrait que donnent ces couches du Danien dont l'exploration offre tant d'intérêt.

Depuis nos derniers mémoires, un travail fort remarquable (2), que je ne saurais oublier de signaler, a été publié récemment (1895) ; nous trouvons là, sous une apparence synthétique, une révision complète des fossiles de la Provence en général.

Nous y voyons figurer précisément le genre *Palœostoa* que nous avions indiqué comme appartenant à cette faune, si instructive et si significative des Baux.

Un tel remaniement et les considérations qui en résultent ne font que confirmer les vues d'ensemble qu'on avait sur cet horizon, néanmoins, certaines analogies feront l'objet de quelques remarques de notre part sur l'interprétation des caractères si distinctifs de quelques fossiles.

Constatons, en attendant, que certaines formes, dont les représentants s'isolaient d'eux-mêmes, viennent y occuper une place malacologique nouvelle, ne pouvant plus rester dans celle qu'on leur assignait, tandis que d'autres sont érigées en espèce, ou bien encore réunies, groupées, ou séparées, ou maintenues, suivant les vues de l'auteur, dans sa classification générale.

(1) *Faune malacologique du Danien.* — Congrès de Besançon, voir page 392.

(2) Oppenheim. — Beiträge zur Binnenfauna der provençalischen Kreide, 1895.

Il est certain qu'il fallait procéder à ces changements et les *Bulimus Provensali, B. proboscideus, Amphridromus gibbus, Tournouerella Matheroni* (1), *Bulimus Pellati* même, qui deviennent : *Nicolasia Provensali, Rillya gibba?* etc., sont autant de types nouveaux qu'il fallait séparer forcément pour mieux établir cette faune et en faire connaître les rapports.

Son facies d'ensemble est fort curieux à examiner, c'est une tendance marquée qu'ont certains genres à dévier leur áxe par l'obliquité de leur dernier tour placé subitement en biais, ou par l'aplatissement et la projection en avant de leur bouche, plissée, armée de lamelles intérieures, représentant des groupes tout à fait spéciaux.

Leur apparition indique les modifications qui surviennent après le Crétacé, transformant nos régions, ou si la mer avait prédominé jusqu'à ce moment-là, c'est un régime nouveau qui succède, accusant l'existence de nouveaux continents exondés, parsemés de lacs imposants, tels que ceux que nous connaissons, et que plus tard les invasions des mers Miocène et Pliocène transformeront encore.

A l'heure actuelle, il ne reste absolument rien de cette faune dans nos contrées Européennes, et sauf la persistance de certaines *Melania* vivant encore en Croatie, Serbie, Dalmatie, Bosnie, etc., 7 à 8 espèces au plus, non compris les variétés qu'elles affectent, plus le genre *Pyrgula* du Tyrol, tout est complètement changé de ce passé si éloigné de nous.

Dans tous les cas, la description des espèces suivantes fera mieux comprendre certaines comparaisons qui viendront établir sûrement les relations.

DESCRIPTION DES ESPÈCES

GENRE ALLARDIA

ALLARDIA ADMIRABILIS. Nobis *(fig. 1)*.

Collection Allard.

Certainement de toutes les espèces retrouvées aux Baux, c'est la forme la plus extraordinaire que l'on connaisse. Ce fossile intéressant, aussi curieux qu'original, type absolument nouveau, ne se rattache à aucun groupe connu.

(1) Fossile des plus rares, presque introuvable. Nous n'en connaissons que quelques échantillons.

Unique, il est vrai, jusqu'à ce jour, les caractères donnés par ce seul échantillon sont ici tellement tranchés, accusés, distincts, qu'ils dispensent d'insister sur la nécessité absolue de créer le genre *Allardia* pour ce superbe fossile (1).

Dimensions.

Hauteur.....	3 m/m 3/4.
Largeur.....	2 m/m 1/4.
Diamètre de la bouche.	3/4 de m/m.

Coquille très petite, pupiforme, bien renflée, un peu ovalaire, mais à sommets terminés en pointe. Composée de 6 tours de spire assez arrondis, à croissance régulièrement proportionnelle (sauf le dernier tour très grand, embrassant les 3/4 de la hauteur totale), séparés par une suture peu profonde quoique bien accusée.

Cette jolie forme a son ombilic un peu effacé mais visible et parfaitement indiqué.

Test épais, solide, paraissant ne porter aucune trace d'ornementation ni de stries longitudinales ou transversales, ce qui pourrait être attribué à une légère usure de la coquille par la fossilisation, si la bouche complète, parfaite, ne portant aucune trace d'altération, ne venait attester le contraire.

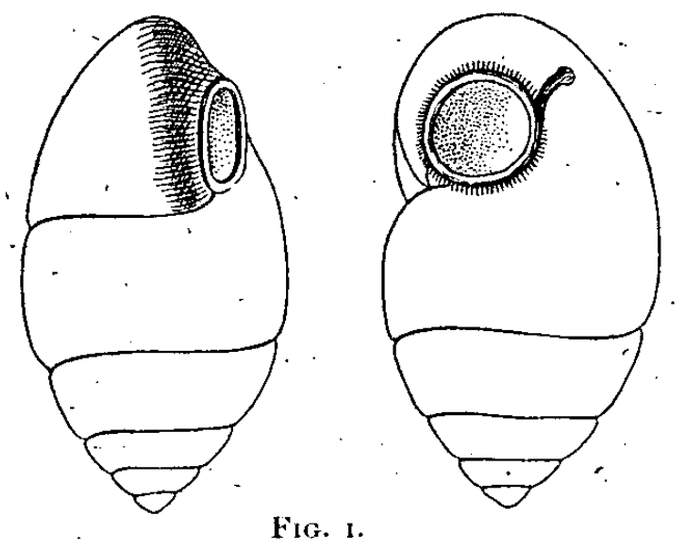


FIG. 1.

Ouverture très réduite, abritée par un renflement du dernier tour qui l'entoure, donnant ainsi à la base (bord inférieur) un aspect gibbeux. Ce bourrelet continu, débordant tout autour comme un large empâtement, n'étant que le résultat des bords de l'ouverture retombant repliés sur eux-mêmes, donne à cette forme la silhouette singulière, intraduisible, que le dessin que nous donnons peut seul reproduire.

Très circonscrite cette ouverture ou bouche, presque minuscule, est absolument circulaire. Les bords en sont épais, arrondis, franchement relevés et légèrement inclinés comme un cordon continu qui la limiterait.

Aucun canal, échancrure, coupure ou entaille n'interrompt la régularité du pourtour.

Opercule inconnu, bien que quelques-uns de ces diaphragmes aient été rencontrés dans ces couches, grâce aux patientes, minutieuses et longues recherches de M. Allard.

(1) M. Allard, géologue à Tarascon, a découvert cette forme des plus typiques dans les couches supérieures des Baux, avec les Bauxia, Buliminus, Lychnus, Clausilia, Choanopoma, Palœostoa, etc. En créant le genre Allardia, nous lui témoignons toute notre reconnaissance pour nous avoir communiqué, sans restriction, tous les fossiles de ses recherches aux Baux.

Nous ne pouvons, pour le moment, les attribuer à aucune des petites espèces que nous avons décrites ou que nous décrirons.

Par sa disposition particulière, étrange, qui est le principal caractère du genre *Allardia*, s'éloignant de tous ceux connus, ce fossile est bien le plus remarquable de cette faune.

La place de cette coquille semble marquée près du genre *Callia*, dont elle est très voisine ; elle s'en sépare toutefois par sa forme générale moins en maillot, par son ouverture à bords continus, mais surtout par l'élévation de son dernier tour comme une voûte sur les flancs de laquelle serait pratiquée l'ouverture.

En nous éloignant de ces groupes terrestres, *Pupina*, *Registoma*, *Eupupina*, etc., nous n'avons plus aucune comparaison, ni rapprochements à faire, il faut y renoncer.

Il existe toutefois une forme, le *Stenothyra monilifera* des eaux douces et saumâtres, des Philippines, qui ne peut établir qu'une relation imparfaite, fort éloignée, avec le genre *Allardia*.

GENRE PALŒOSTOA Andræe.

Mon intention n'est pas de refaire l'historique de ce genre, dont la découverte, en Alsace, est due à M. Rouis ; de même je n'en donnerai pas une description qu'Andræe dans son ouvrage (1884), nous fait parfaitement connaître et que Oppenheim (1895), reproduisant en partie, établit ensuite que le *Palæostoa* « tient le milieu entre les « megaspires et les clausilies ; au dernier genre appartiennent les « plis intérieurs décrits plus haut par Sandberger, au premier appar- « tient la forme de colonne, etc... etc... »

Ce genre semble donc suffisamment fixé par tous ces auteurs ; cependant, nos échantillons diffèrent un peu de ceux d'Alsace (1), Bouxwiller et d'Angleterre (Sconce) (nous ne connaissons pas ceux d'Espagne), par leur forme d'ensemble, par l'ornementation du test et par quelques détails de structure intérieure comme on le verra ci-après.

Nous nous rapporterons, pour établir ces caractères, à la description complète d'Andræe.

(1) Dans sa correspondance du 19 janvier 1894, M. Andræe, auquel j'avais soumis divers dessins de nos Palœostoa, reconnaissait que parmi eux quelques-uns se rapprochaient du type de Bouxwiller, tandis que d'autres ont une forme de coquille beaucoup plus large et les galeries beaucoup plus basses et plus nombreuses, etc...

Il nous dit : « coquille longue, *conique* ; elle a douze tours de « spire, le dernier ayant le *tiers de la hauteur totale* (22 m/m), le test « est assez épais, presque lisse.. , tandis que les premiers tours de « la pointe sont à *stries grossières*. La bouche comporte trois plis « de la columelle et une lamelle basale (lamelle supérieure), forte et « pas très longue. Le nombre des plis filiformes du palais qui com- « mencent à 3 m/m de profondeur dans la bouche et se continuent sur « tout le dernier tour, est variable, 6 ou 7 au plus. »

Il ne semble pas que sur le nombre des débris d'échantillons (38) qu'il avait sous les yeux au moment de sa description, il ait reconnu des formes différentes et remarqué des particularités. Quelques-uns sont complets, le test est conservé, dit-il.

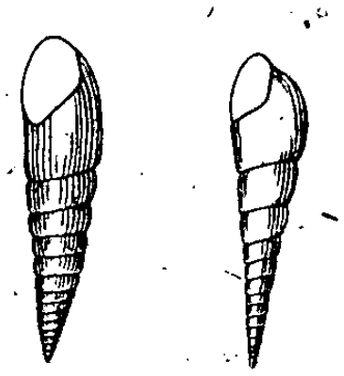


Fig. 2.

M. Rouis, médecin principal en retraite, dans sa riche et belle collection, doit en posséder de remarquables ; il n'a pu nous en communiquer, n'ayant pas ses fossiles à Saint-Dié où il habite.

Si nous rapprochons nos formes (en l'absence du type d'Alsace, *Palœostoa-Fontenayi-Rouis*) de cette description d'Andræe et du dessin qu'il en donne A *(fig. 2)*, nous reconnaissons d'abord que nos Palœostoa B sont assez variés aux Baux pour reconnaître au moins 3 ou 4 formes bien distinctes puisqu'elles ne sont pas *longues*, *coniques* (1), mais bien un peu cylindriques, légèrement renflées, que le test est orné de nombreuses stries longitudinales, fines, régulières, et cela du deuxième tour au dernier, alors que ceux d'Alsace sont presque *lisses* et les premiers tours à *stries grossières*. Quant au nombre de plis filiformes, ils sont certainement plus nombreux sur nos échantillons.

Il y a donc des différences; et c'est ce que me laissait pressentir M. Andræe dans notre correspondance du 19 janvier 1894.

Il résulte aussi que M. Andræe n'avait pas le véritable type du *Palœostoa Fontenayi* que possède M. Rouis ; que sa description est basée sur des fossiles communiqués par ce dernier (Rouis) à M. Sandberger qui en fit le *Clausilia crenata*, que M. Andræe d'ailleurs place en synonymie avec *Palœostoa Fontenayi* (2).

Néanmoins, M. Rouis me dit en substance : « Mon *Pupa Fontenayi* « est pupoïde et non fusiforme, le test est lisse en dehors, par

(1) Les dessins d'Andræe, pl. 2 *(fig. 2)*, affectent la forme de certaines Terebra qui sont longues, coniques, effilées, sauf que le tour embryonnaire est fortement arrondi émoussé et non pointu.

(2) Je crois devoir réunir cette espèce aux Palœostoa, dit M. Andræe.

« conséquent n'est ni costelé ni crénelé, l'intérieur est excessivement « compliqué (1). »

Ainsi donc, il pourrait y avoir 2 formes en Alsace, *Palæostoa Fontenayi* et *P. crenata* (Clausilie) dont l'un, le premier, se rapprocherait beaucoup plus des nôtres.

Je ne sais si ces terrains d'Alsace ont été l'objet d'importantes recherches (ce qui est probable), mais ceux des Baux, parcourus avec soin, ont fourni une belle faune dans tous ces genres.

J'ai eu sous les yeux un grand nombre de fossiles de Palœostoa presque tous brisés, pas un seul d'entier, de tailles bien différentes, et cependant des caractères tranchés les séparent, suffisamment importants pour entraîner des groupements ou fournir des passages entre eux. Cette distinction serait utile, les Palœostoa paraissant prendre une grande extension dans les couches de notre Danien où doit se concentrer toute notre attention.

Avant d'entrer dans la description de ces diverses espèces de Palœostoa, il est certainement indispensable d'indiquer les principaux caractères qui établissent ce groupe et donner quelques indications largement esquissées sur cette famille :

Tout d'abord, les Palœostoa ont les côtes longitudinales, tandis que les Bauxia les ont transversales, mais au point de vue des rayures buccales qui sillonnent l'ouverture, il y a un rapport assez lointain avec les Anostomopsis qui possèdent, nous l'avons signalé en 1890, au Congrès de Besançon, p. 360, des stries analogues intérieures, quoique différemment placées; nous ajoutons que tandis que ces cannelures n'affectent chez le Palœostoa que le dernier tour, elles se montrent au contraire sur l'*Anostomopsis elongatus* bien avant, au moins sur 7 ou 8 tours de spire et même plus.

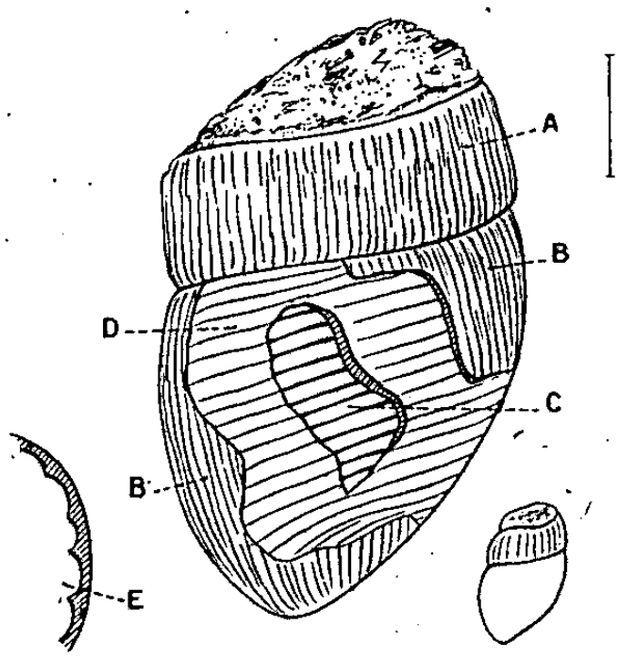


Fig. 3.

Généralement, les nervures et côtes qui tapissent l'intérieur de la bouche du côté du labre ou péristome, appelées plis du palais longs et filiformes et de grosseur inégale, etc. ., par Andræe, sont visibles et se montrent à travers le test B de la coquille comme des traits diffus, estompés, et cela dans presque tous les échantillons. Si une partie seulement du test est enlevée comme en D *(voir fig. 3)* cette ornementation intérieure

(1) Dans cette même correspondance du 27 août 1897, M. Rouis se propose de publier tous les fossiles qu'il a découverts en Alsace, son manuscrit étant prêt depuis 2 ans.

est tout à fait visible, et enfin, si le test a disparu entièrement comme en C, ce sont alors des stries creusées finement dans le moule qui les accuse, bien marquées et des mieux accusées, donnant aux intervalles l'aspect de cannelures E. Quant à leur nombre, il est souvent difficile de les apprécier.

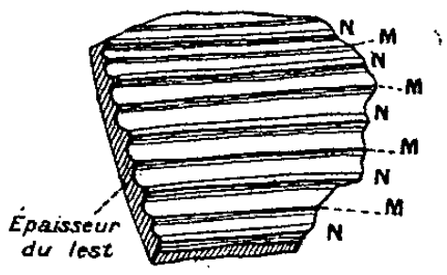


Fig. 4.

Comme l'a observé M. Andræe, des côtes N *(voir fig. 4)* plus fortes ont alternativement entre elles des côtes M plus faibles, qui forment ainsi des plis espacés régulièrement, mais je n'ai pas observé sur nos Palœostoa du Midi les autres stries fines, ou rayures, qui s'intercalent entre M et N, ou que « plusieurs plis faibles soient placés entre deux plus forts » (Andræe) comme l'indique le dessin qu'il nous donne.

Le fragment du test dont nous donnons un dessin, montre à peu près cette disposition, plis forts N, et plis faibles M, sans autres plis intermédiaires, ce qui peut varier d'un sujet à un autre d'une façon sensible, il est vrai, ce qui ne donne pas la régularité absolue entre eux, puisque notre morceau de test ne donnait que les plis N espacés régulièrement.

Tous ces plis ou lamelles qui s'arrêtent *à 3 m/m de profondeur dans la bouche* (1) doivent s'atténuer en avançant vers l'ouverture et disparaître absolument, puisque sur quelques échantillons que nous avons pu examiner à l'intérieur, aucune trace ne se manifeste au péristome, le labre est uni. Pour le test et surtout l'extérieur de nos Palœostoa des cordons A *(fig. 3)* fins bourrelets, petits, rapprochés, déliés et régulièrement espacés, séparés par des sillons unis, couvrent toute la surface extérieure de nos *Palæostoa* méridionaux. Toutefois, ils semblent plus accentués et plus relevés, saillants, près de la suture de la spire.

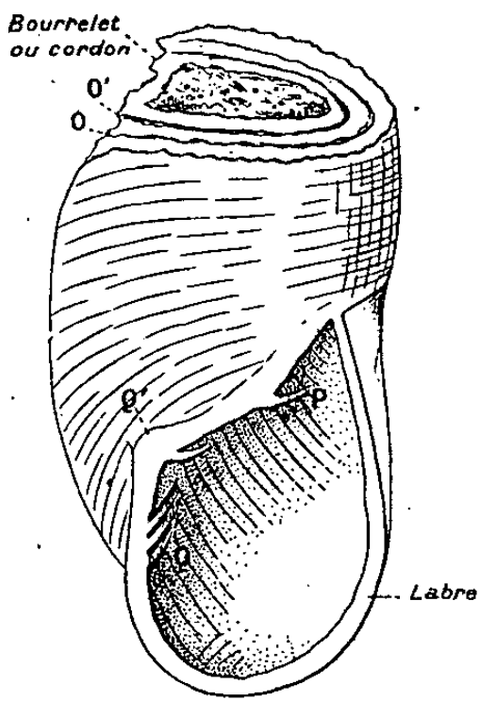


Fig. 5.

Cette suture varie un peu.

Quelquefois aussi ces cordons A sont plus diffus, comme effacés, ce qui peut être attribué à l'usure de ces échantillons.

La columelle porte les trois plis indiqués Q *(fig. 5)* mais souvent il y a trace d'un quatrième pli Q′, tout en haut de la columelle ; la lamelle basale P (lamelle supérieure) qui se montre saillante à l'ouverture de la boucheen haut, « forte et pas très longue (1) » d'après le même auteur (Andræe), n'est point toujours unique ; enfin, à ce caractère particulier, se joint celui de bourrelets O et O′ existant, deux au moins, sur le plancher hélicoïdal, à la face supérieure de cette cloison spiraloïde, séparative; qui porte alors au plafond la lamelle supérieure P, sans savoir (ces bourrelets) où ils commencent ni où ils finissent.

(1) Suivant la description d'Andræe, page 50.

Reste la forme d'ensemble qui varie beaucoup aux Baux.

Ceci abrège singulièrement les descriptions qu'il me reste maintenant à donner sur les *Palæostoa* à faire connaître.

PALŒOSTOA CURETI. Nobis *(fig. 6)*.

(Collections Curet et Allard).

Longueur..... 26 m/m.
Diamètre..... 6 m/m.

C'est celui le plus répandu dans les couches des Baux ; rarement complet, nous n'en connaissons que quelques-uns d'entiers.

Le dessin que nous reproduisons est celui d'un échantillon provenant d'Orgon, au quartier Saint-Roch, où il est aussi très abondant.

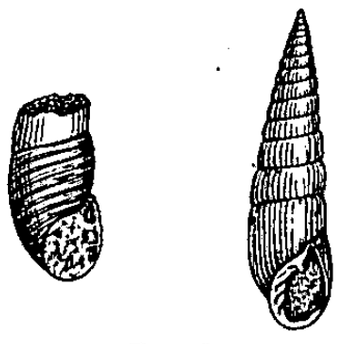


Fig. 6.

C'est la forme qui se rapprocherait le plus de *Palæostoa Fontenayi* d'Alsace, non pas du dessin d'Andræe mais bien du type de M. Rouis, qui nous dit « être pupoïde et non fusiforme ».

Le *Palæostoa Cureti* s'en sépare toutefois par les stries qui ornent son test sur toute la surface de la coquille, tandis que le *Palæostoa Fontenayi* serait « lisse en dehors », par conséquent ni costelé, ni crénelé.

Ce caractère d'ornementation et celui résultant du plus grand nombre des nervures du côté du labre sont certainement suffisants pour les différencier.

PALŒOSTOA ROUISI (1). Nobis *(fig. 7 et 8)*.

(Collection Allard.)

Longueur..... ?
Diamètre..... 3 m/m.

Si nous cherchons à reconstituer ses dimensions, nous pouvons reconnaître que la longueur du *Palæostoa Rouisi* est de taille moindre que le *P. Cureti*, mais qu'il est surtout de moitié moins large, 3 m/m seulement de diamètre, et de fait plus allongé relativement dans son ensemble.

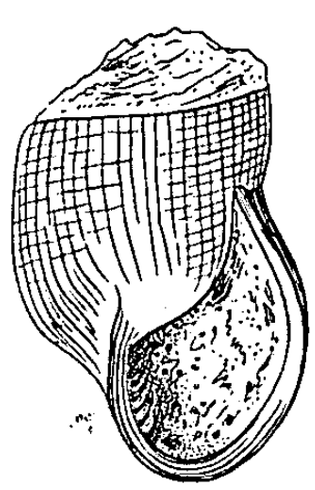


Fig. 7.

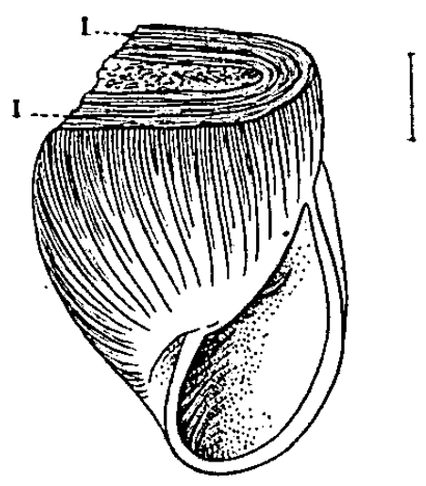


Fig. 8.

(1) Nous dédions cette jolie espèce à M. Rouis, médecin principal en retraite, qui a bien voulu nous donner gracieusement tous les renseignements sur l'historique de ce genre et nous fournir tous les détails sur les Palœostoa d'Alsace. Nous lui renouvelons tous nos remerciements.

Plus petite donc, cette espèce est de ce fait fort remarquable, puis elle se distingue par la finesse de ses contours.

Nous comptons approximativement 7 à 8 lamelles intérieures du côté du bord externe; puis la columelle porte 4 lamelles, dont une tout en haut plus courte que les trois autres qui se montrent à l'ouverture (voir Q', *fig. 5*).

Les côtes du test sont faibles quoique bien accusées.

Parmi les nombreux débris (toujours 2 ou 3 tours réunis ou le dernier seulement), nous avons sur quelques-uns remarqué ces cordons I *(fig. 8)* qui donnent le principal caractère du *Palœostoa Rouisi.*

Cette espèce varie par son diamètre; quelques échantillons n'ont à peine que 2 à 2 $^{m}/^{m}$ 1/2. On pourrait même admettre une variété minor.

PALŒOSTOA TRILAMELLOSA. Nobis *(fig 9).*

(Collection Allard.)

Longueur..... ?
Diamètre..... ?

Beaucoup plus évasé que les précédents, presque conique (1), ce *Palœostoa* présente tous les caractères bien accusés de ce genre, mais en outre en offre d'autres qui le spécialisent.

Sa forme complète peut se rétablir par les extrémités isolées qui se rapportent à cette espèce et indiquent qu'elle se terminerait en pointe effilée comme le *P. dilatata* mais que les tours embryonnaires sont exactement les mêmes, à suture profonde. Ils diffèrent donc à partir de là seulement ; ces tours embryonnaires auraient-ils entre eux un lien de parenté ? c'est évident.

Les tours de spires sont ornés de côtes très fines et régulières, ils se recouvrent et chacun d'eux semble déborder sur celui en dessus, comme s'emboîtant les uns dans les autres. La suture est de ce fait peu profonde et n'est formée que par les légers empâtements successifs des tours.

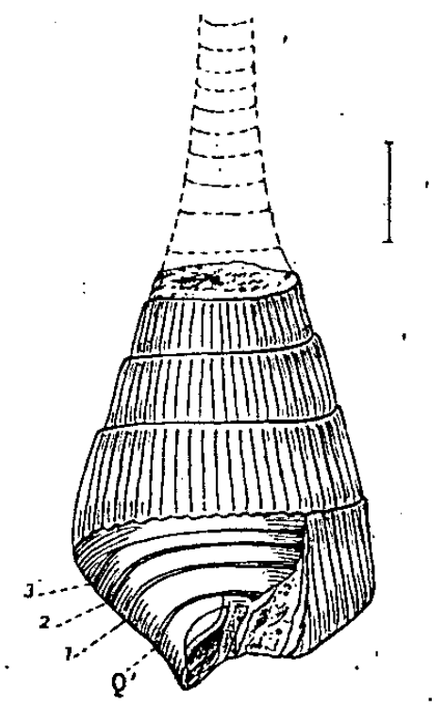


FIG. 9.

Nous n'avons qu'une partie de ce fossile, néanmoins nous y retrouvons tous les détails de ce genre qui en permettent ainsi l'étude et la description.

Mais ce qui établit la différence la plus sensible, consiste dans la présence des 3 lamelles qui se montrent pour la première fois à la partie supérieure de l'ouverture, où nous savions n'en exister qu'une seule, soit 2 lamelles supplémentaires dans cette région de l'ouverture.

(1) Les tours pointillés indiquent une restauration faite au moyen des extrémités que nous venons d'indiquer.

La lamelle n° 1, celle qui se rencontre habituellement, est la mieux marquée, la plus longue et la plus saillante ; elle s'épaissit sensiblement en s'avançant sur le callum qu'elle atteint.

La lamelle n° 2 serait moins forte et moins élevée que la première, puis elle est plus courte et elle s'arrête un peu en arrière de la première.

La lamelle n° 3 est plus réduite, plus effacée, moins apparente que le n° 2, tout en ayant la même longueur.

En fait, ces 3 lamelles diminuent seulement d'importance de l'une à l'autre, sauf la première qui est bien relevée en crête.

On remarque aussi, en haut de la columelle, la lamelle Q' que nous savons exister sur le *Palœostoa Rouisi* — où nous avons indiqué 4 lamelles sur la columelle — dont la supplémentaire occupe la même place Q' *(fig. 5)* que sur celui-ci.

PALŒOSTOA MERIDIONALIS. Nobis *(fig. 10 et 11)*.

(Collection Allard et Jullian.)

Longueur.....	?
Diamètre.....	3 m/m 1/2.

Nous n'avons que quelques moules de cette nouvelle forme, où adhèrent, bien réduits, quelques fragments du test.

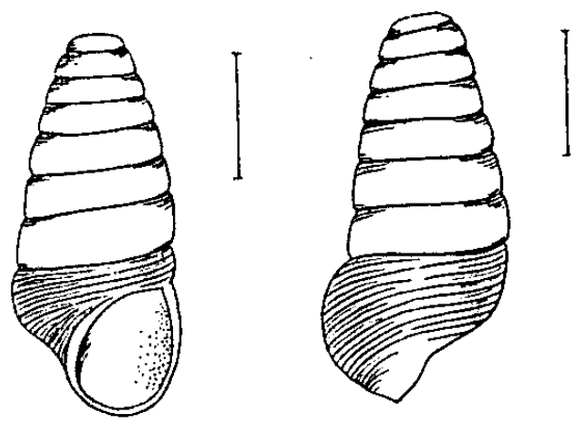


Fig. 10. Fig. 11.

Ce qui frappe surtout, c'est l'augmentation graduelle et proportionnelle des tours de spire, où le dernier est loin d'avoir le développement qu'il acquiert dans les *Palœstoa Cureti* et *P. Fontenayi*, un tiers de la longueur totale de la coquille, tandis que dans le *Palœostoa Meridionalis*, il est à peine une fois et demie plus grand que le tour précédent : c'est là son principal caractère.

Mais en outre il est plus en maillot, sa forme d'ensemble est plus ramassée, légèrement renflée dans son profil en long. Les tours de spire sont mieux arrondis, la suture paraît plus profonde. Le test est orné de côtes un peu fortes sur les parties conservées.

PALŒOSTOA DILATATA. Nobis *(fig. 12)*.

(Collection Allard.)

Longueur.....	10 m/m.
Diamètre.....	4 m/m 1/2.

Ce *Palœostoa* plus complet, sauf l'ouverture que nous connaissons déjà dans ses moindres détails, vient se placer par son galbe, son ensemble,

avec le *Palœostoa trilamellosa*, la forme conique, évasée, qu'ils ont les réunissant.

La surface extérieure de ce fossile est entièrement ornée de côtes bien visibles, même sur le dernier tour, parfaitement accusées, presque tranchantes en arêtes, qui lui donnent cet aspect particulier.

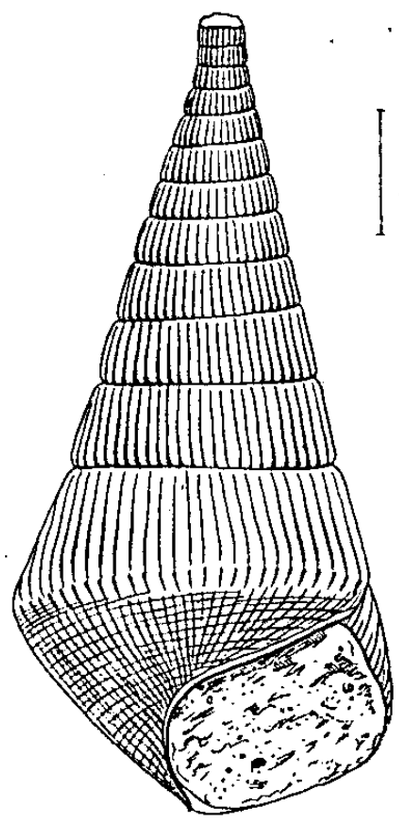


FIG. 12.

Ces côtes sont régulièrement espacées et correspondent presque entre elles d'un tour à un autre tour ; elles sont donc très fines, beaucoup plus rapprochées au premier tour, puis plus espacées aux autres, plus fortes, tout en nécessitant des côtes supplémentaires qui viennent s'intercaler.

Elles s'insèrent dans la suture qui, quoique bien accusée, est cependant un peu diffuse, comme masquée par l'arrivée de ces côtes fines qui se réunissent à cette jonction.

Les tours de spire, au nombre de 12 à 13, sont faiblement arrondis et les deux tours embryonnaires comme ébauchés, polis, sont déformés.

Il se distingue du *Palœostoa trilamellosa* par les côtes ou plis mieux accusés, mais surtout par la jointure des tours qui s'opère ici par la rencontre à leur suture des côtes régulières du test ; tandis que chez le *Palœostoa trilamellosa*, nous avons dit que les tours semblent s'emboîter les uns dans les autres.

Or, ce caractère est si tranché, en dehors de la forme générale, que nous n'avons pas insisté, car on reconnaîtra toujours ces deux espèces, précisément à l'examen de leur suture.

Nous attribuons aussi au *Palœostoa dilatata* la majeure partie des extrémités détachées qui sont si abondantes et si répandues aux Baux, et cela à la seule inspection de la suture, sans crainte de s'égarer.

En résumé, les *Palœostoa* déjà connus aux Baux peuvent se diviser en deux séries : la première allongée, la deuxième évasée.

Parmi les formes allongées se groupent :

Les Palœostoa Cureti Nicolas.
— Rouisi —
— meridionalis Nicolas.

Et avec les évasées :

Les Palœostoa trilamellosa Nicolas.
— dilatata —

A côté de ces formes principales, il existe de nombreuses variétés qui peuvent se placer entre elles pour le même groupe, et nous avons abandonné certains fossiles qui ne permettent pas d'arriver exactement à fixer leur diagnostic.

Après un minutieux examen et sur de nombreux échantillons du *Palæostoa tenuicostata* (Bulimus tenuicostulatus Matheron), nous n'avons pu reconnaître les caractères si distinctifs des *Palæostoa*, et sur les dessins qui nous sont donnés par le remarquable travail de M. Oppenheim, la plupart ne possèdent aucune de ces indications ; sauf le *Palæostoa marignanensis* où nous trouvons les plis columellaïres un peu plus haut, et *Palæostoa Hispanica*, où les nervures intérieures se montrent sur le moule.

Comme pour les *Auricula Matheroni*, où les dents doivent se montrer rarement sur les moules, puisque nous ne les avons jamais aperçues.

GENRE CHOANOPOMA Pfeiffer.

Ce genre, placé parmi les *Cyclostomidae*, est représenté aux Baux par des échantillons relativement nombreux, et nous avons à notre disposition une trentaine de sujets plus ou moins parfaits et conservés mais se complétant les uns les autres, pour nous permettre d'en établir sûrement les caractères.

Il n'est guère possible de les confondre à première vue avec les *Buliminus*, dont nous avons décrit quelques espèces en 1893 (1), ceux-ci étant toujours plus courts, plus ramassés, comme trapus, massifs, les tours de spire non disjoints, bien que les stries soient longitudinales comme celles que portent les *Choanopoma*.

On reconnaîtra donc toujours les *Choanopoma*, à leur taille plus élancée, allongée, moins ventrue et aux tours de spire bien séparés, à suture profonde.

La bouche est généralement absente, mais souvent on observe qu'une partie de cet orifice présente alors les indices de la forme de cette ouverture.

CHOANOPOMA OPPENHEIMI (2). Nobis *(fig. 13 et 14)*.

(Collections Allard et Caziot.)

De taille réduite, 6 à 6 $^{m}/^{m}$ 1/2 de longueur et de 3 $^{m}/^{m}$ de diamètre, ce joli et remarquable fossile comporte 5 à 6 tours de spire bien renflés, à flancs arrondis et à suture très profonde. Leur croissance est rapide, progressive et proportionnelle; le tour embryonnaire est poli, diffus et déformé. Son galbe est pupiforme, allongé, sensiblement ventru.

(1) Congrès de Besançon. — *Buliminus Buliformis. B. striatocostulatus. B. glandiformis. B. sphæroidalis.*

(2) Nous nous empressons de dédier cette espèce au docteur Oppenheim, qui a bien voulu créer le genre *Nicolasia* pour notre *Bulimus Provensali*, en lui assurant tous nos remerciements.

Ombilic bien marqué quoique un peu masqué.

Le test est épais, entièrement recouvert de côtes très fines longitudinales, très rapprochées, égales, un peu infléchies, obliques, luisantes, ce qui lui donne un aspect blanc, soyeux et brillant.

Le moule est uni, il ne porte aucune trace de l'ornementation de la surface extérieure.

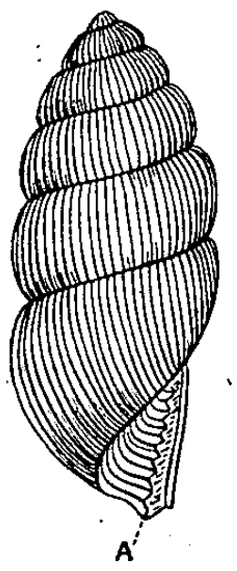


Fig. 13.

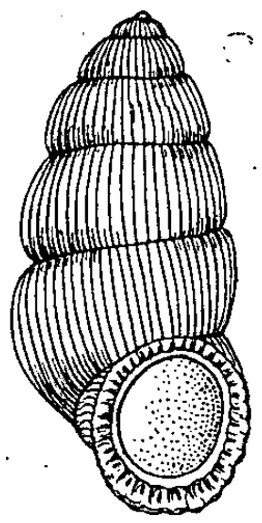


Fig. 14.

Bouche parfaitement circulaire, entière, lisse à l'intérieur ou ne paraissant porter aucun obstacle, dentition ou lamelle.

Les bords de l'ouverture forment un cordon délié, arrondi et continu, légèrement saillant, puis existent, se dirigeant au centre, rayonnent tout autour où ils se soudent, des bourrelets courts, égaux, assez espacés, laissant entre eux un intervalle au moins double, dont l'ensemble constitue un collier ininterrompu d'ondulations, comme une collerette élégante, inclinée en arrière, ce qui donne à cette bouche cet aspect singulier, mais particulier à certaines de nos formes actuelles, tel qu'on peut l'observer sur le *Choanopoma pulchrum*, où cet anneau est largement tuyauté ; plus légèrement indiqué et moins accusé sur le *Choanopoma fimbriatum* et chez le *Chondropoma egregium*, où il est seulement plissé finement.

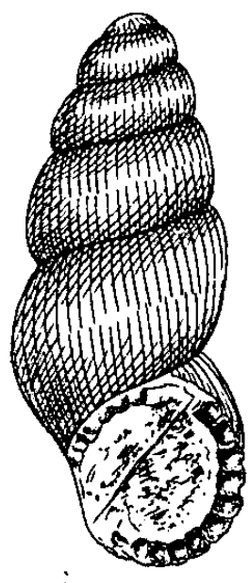


Fig. 15.

De gros plis partent de la région ombilicale, viennent se développer derrière ce collier ondulé sur lequel ils s'appuient, et, se relevant un peu, y constituent un renflement en crête A, où s'intercalant là avec les bourrelets et ondulations de l'ouverture, leur rencontre détermine une suite de dentelures réunies en couronne au-dessus du collier, d'un bel effet, ce qui complète cette ornementation de la bouche.

Ce dessin gracieux est absolument en dents de loup.

Ainsi, tandis que chez nos *Choanopoma*, *Chondropoma*, *Ctenopoma*, la collerette se dresse droite en lamelle mince, tranchante, isolée, indépendante, elle est ici dans les Choanopoma des Baux, fortement soutenue, appuyée, inclinée sur le renflement A.

CHOANOPOMA JULLIANI. Nobis *(fig. 15)*

(Collection Jullian et Allard.)

Longueur.....	4 m/m 1/2 à 5 m/m.
Diamètre.....	1 m/m 3/4 à 2 m/m.

Galbe général plus allongé, plus étroit, moins renflé ou ventru que le *Choanopoma Oppenheimi.*

Ouverture moins oblique, plus droite ; stries très fines.

Ornementation de la collerette plus creusée comme des entailles.

Les tours de spire plus déliés, élancés.

Par ces caractères et sa taille plus réduite le *Choanopoma Julliani* se distingue des autres.

Semble aussi plus rare dans les dépôts.

CHOANOPOMA COMPACTA. Nobis *(fig. 16).*

(Collections Allard et Jullian.)

Longueur..... 4 m/m à 4 m/m 1/2.

Galbe court, ramassé, trapu, se rapprochant un peu du *Choanopoma Oppenheimi,* mais de beaucoup moins grand et moins large.

Jusqu'à ce jour, les recherches ne portaient pas spécialement sur ces genres, et c'est en décrivant les *Buliminus* que j'observais les grandes différences qui existent dans les tours de spire lorsque la bouche manque.

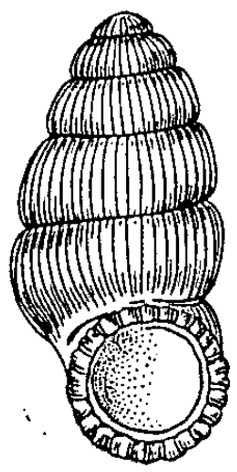


FIG. 16.

Il est évident que ces recherches sont excessivement laborieuses, d'autant plus que c'est dans les débris tombés des couches qu'il faut les recueillir ; or, ces détritus sont composés de petits grains semblables, et ce n'est qu'après une attention soutenue, un exercice de la vue continu pour ces formes, une habitude consommée, qu'on parvient à les découvrir.

Mais certainement ils sont moins rares que nous ne le supposons.

Pour distinguer et décrire ces trois formes, j'ai pu choisir sur de nombreux échantillons, où malheureusement l'on constate l'absence de la bouche, quoique peu fragile, sur presque tous les sujets, et c'est en m'aidant des seules qui ne la possédaient pas entièrement, mais se complétant les uns les autres, que j'ai reconstitué ces ouvertures qu'il serait si utile de bien connaître.

Enfin quelques opercules ont été retrouvés (1) dans ces couches, ils semblent et peuvent appartenir comme dimension à la bouche de

(1) On conçoit que la recherche des opercules est plus délicate, plus difficile, que de trouver les fossiles.

nos *Choanopoma ;* cependant je me réserve de revenir sur eux, dans une autre étude, lorsque j'aurai à ma disposition plus de matériaux.

Ces opercules sont épais, fortement cornés, mais le détail de leur structure échappe à nos observations. Ils devront subir un agrandissement pour les examiner complétement.

En résumé, nous pensons qu'avec ces genres, *Palæostoa, Choanopoma, Allardia,* ouvrant de nouveaux horizons sur la faune des Baux, pouvaient vivre d'autres groupes tels que *Cœliaxis-Eucalodium.* Mais ceux du Brésil que je me suis procuré, toujours tronqués à leur base, me laissent espérer qu'ils se rencontreront aux Baux.

Bien d'autres fossiles aussi, trop incomplets pour être l'objet d'une description, en resteront là en attendant qu'il s'en rencontre de mieux conservés.

M. H. NICOLAS

Bibliothécaire de l'Académie de Vaucluse à Avignon.

ÉTUDE DES TERRAINS TERTIAIRES DES ENVIRONS D'AVIGNON. MIOCÈNE

NOTE COMPLÉMENTAIRE SUR LA FAUNE DE LA « FEMME DE LOTH » ET RÉVISION DES ANTEDONS DE CE MÊME HORIZON.

[560 (44.91)]

— Séance du 12 août 1897. —

C'est à la suite de nouvelles recherches dans ce beau gisement de la *Femme de Loth* que nous pouvons donner une note complémentaire sur cette faune déjà riche en espèces, mais c'est aussi pour la révision des *Antedons* que nous avons préparé cette étude.

Depuis la publication de notre Mémoire sur les terrains tertiaires de nos environs (Avignon), certains travaux parus dernièrement sur cet horizon unique et d'autres que nous avions signalés, viennent confirmer toute l'importance de nos observations sous le double rapport de la Stratigraphie et de la Paléontologie de ces terrains ; c'est démon-

trer d'ailleurs tout l'intérêt qui s'attache désormais à ces horizons et dont les solutions nombreuses, diverses, les problèmes stratigraphiques qu'ils soulèvent, rendent encore nos régions plus instructives d'autant qu'on veut mieux les connaître.

Il ressort enfin de cet ensemble de travaux que nous sommes heureux d'avoir provoqués que, malgré toutes les difficultés qui les entourent, tous les doutes qui se présentent pour rétablir le synchronisme absolu et rigoureux des couches (1) il est et il sera certainement facile au moins d'en faire connaître les grandes lignes et reconnaître les principaux éléments de formation, les mouvements de transgression qui entrent dans ces divers dépôts pour constituer par leur ensemble notre étage tertiaire le *Miocène*.

Il est non moins évident qu'on ne peut espérer encore retrouver tous les détails qui s'accusent pour analyser les couches nombreuses qui composent ce puissant étage, et en fixer le parallélisme absolu, surtout si l'on veut comparer ces assises multiples avec celles des régions environnantes, et c'est précisément là où nous l'avons dit et fait observer que l'on doit se heurter à de grandes difficultés sans apporter des éclaircissements tels qu'ils puissent enlever tous les doutes.

Il faut certainement dans ces tentatives se dégager de toute incertitude, éviter ces données vagues sur lesquelles on voudrait s'appuyer, qui ne permettent pas de faire concorder chaque mince feuillet de terrain, ce que d'ailleurs bien des géologues admettent et reconnaissent, car il est à peu près certain (comme de nos jours) que les dépôts les plus divers, les sédiments les plus variés pouvaient et devaient se former en même temps suivant les points de cette immense mer Miocène, de façon à entraîner aujourd'hui par leur examen leur superposition, des divergences d'opinion qui se manifestent dans bien des études. Nous avons eu déjà l'occasion de comparer ces travaux, et pour d'autres, nous nous proposons d'en faire connaître les incertitudes en y apportant toute l'impartialité et toute l'attention qu'ils méritent.

Pour nous, il nous a paru suffisant de présenter dans leur ensemble cette suite de puissants dépôts qui constituent le Miocène, sans préciser les rapports qui peuvent rapprocher des couches dissemblables, n'ajoutant qu'une faible importance dans la corrélation existant ou non entre ces horizons d'une même formation et cela sur des points rapprochés ou éloignés de notre région, préférant attendre plutôt que de nous appuyer sur des ressemblances, des hypothèses ou des probabilités.

(1) Un naturaliste plein de zèle, actif, ardent, M. Pellat, ne cesse par ses efforts constants et soutenus d'explorer les régions que nous avons en vue.

Déjà même les galets verdâtres qui semblaient si caractéristiques de certains niveaux sont reconnus (ainsi que nous l'avons indiqué) comme appartenant à d'autres dépôts : « La base de l'étage du Burdi- « galien supérieur n'a donc pas le monopole de ces galets verdâtres « ou noirâtres... etc... etc...; j'en citerai également quand je m'oc- cuperai de l'Helvetien... etc... (1) » quoi de plus naturel puisqu'il s'en forme encore de nos jours.

Je ne puis indiquer, en passant, que le résumé des nouvelles études qui viennent de paraître sur ce même étage, notre premier Mémoire ayant attiré l'attention des naturalistes, mais je compte revenir sur ces travaux, ayant l'intention d'établir probablement quelques synonymies d'espèces décrites tout récemment. Mais aussi pour expliquer et rectifier quelques appréciations.

Mon intention principale est, en attendant, de joindre à la liste que j'ai publiée des nombreux fossiles du gisement si remarquable de la *Femme de Loth*, les quelques espèces nouvelles qui viennnent augmenter ce nombre — nous comblerons ainsi les lacunes inévitables qui se produisent toujours dans un Mémoire de cette nature.

M'étant attaché dans mes dernières recherches à conserver les belles empreintes que nous négligions jadis de ramasser, j'ai retrouvé quelques genres nouveaux qui viennent s'ajouter ou s'intercaler parmi les autres, et c'est là dans ce fouillis de fossiles empâtés que se retrouvent les plus belles espèces.

Ces empreintes superbes, d'une conservation admirable, contenant encore le moule intérieur détaché, donnant à la fois intérieurement et extérieurement tous les caractères distinctifs et parfaits, permettront de rétablir, par des moulages directs, les séries incomplètes de ce gisement unique, inépuisable.

Si avant, toutes ces formes échappaient à notre attention, en les reconstituant nous donnerons maintenant une extension nouvelle, considérable, à cette faune que jusqu'à ce jour nous n'avions fait qu'entrevoir. Imparfaitement connue, la richesse de l'horizon de la *Femme de Loth* donne un attrait tout spécial à ce gisement.

Femme de Loth. 2e liste complémentaire (2).

Chrysodomus Hœrnesi. Belle.	Cardita calyculata. L^{k}.
— Ve subcostatus.	— striatissima. Caillaud.
Ranella papillosa. Fusch.	Libitina lithophagella. L^{k}.
Trochus acutus. M. E-Ve.	Pecten...?
Pleurotomaria sperata. M. E.	Hinnites...?

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, tome XXV, page 113, année 1897.

(2) Nous devons ces nouvelles déterminations à l'obligeance bien connue de M. Mayer Eymard.

Quelques espèces douteuses que nous avons mises à part ne figurent pas; mais parmi les nombreuses empreintes (plusieurs centaines) que nous possédons, il est facile de se rendre compte de l'importance de cette faune qui se révèle à peine à notre attention.

Toutefois, nous pouvons faire ressortir que parmi ces nouvelles espèces fort remarquables et des plus instructives, apparaît pour la première fois un genre nouveau pour notre région appartenant à la famille qui, en décroissance depuis les premiers temps géologiques, semblait avoir une tendance à disparaître, ce sont les *Pleurotomaria*.

En effet, le genre *Pleurotomaria*, fort rare dans les étages tertiaires, n'est plus représenté à l'heure actuelle que par quelques espèces.

On les comptait nombreux dans les formations des autres terrains où on les retrouve abondants, tandis que sept espèces environ figurent dans l'*Eocène*, deux seulement dans le *Miocène* et deux dans le *Quaternaire* des Antilles. Enfin quatre espèces sont encore vivantes soit aux *Antilles*, *Japon* et *Moluques* où elles habitent des profondeurs variant entre 70 et 200 brasses, soit de 120 à 350 mètres environ.

La présence de cette famille offre de ce fait une grande importance et lorsque, malgré l'échantillon unique que nous possédons, nous en découvrirons d'autres, il sera certainement possible d'établir quelques données plus certaines, bien qu'il y ait déjà une analogie plus étroite qui ne peut échapper, se reliant même, avec la rencontre dans ces mêmes dépôts d'*Antedons* et de *Pentacrinus* aux environs des carrières des Angles, car les couches qui contiennent ces Echinodermes crinoïdes en sont abondamment fournies et à part ces fossiles si démonstratifs ce banc n'en possède pas d'autres pouvant infirmer des conditions particulières où il s'est formé, c'est-à-dire à une certaine profondeur.

Pour le moment, nous n'insisterons pas sur ce point, mais nous rappellerons bientôt la possibilité d'une relation en renvoyant à l'étude (1) publiée dans notre Congrès de Marseille sur la conséquence de la présence des *Pentacrinus* dans nos couches tertiaires des environs (Miocène),

Ce premier point établi, nous sommes amenés à compléter de même, comme pour la *Femme de Loth*, la nomenclature des fossiles découverts aux carrières des Angles, puis à rétablir quelques synonymies d'espèces publiées ces jours-ci, constituant un travail d'une grande autorité sur les Echinodermes.

Sur la foi de quelques indications qui nous avaient été données, le

(1) Mlle Berthe SINARD. — *Sur les Pentacrinus tertiaires*, 1897.

temps nous manquant d'ailleurs pour les vérifier, nous avions indiqué dans notre Mémoire sur le Miocène (1) que le *Pentacrinus Gastaldi-Michelotti* avait été dénommé *Pentacrinus Allardi* pour cette espèce de *Beaucaire*. Or, *M. de Loriol* à qui je l'avais attribué ne l'aurait pas encore publié ; par contre, il indique un *Pentacrinus Miocenicus* des Alpines, mais il dit que le caractère du *Pentacrinus Gastaldi* consiste dans l'égalité entre eux des articles de la tige qui diffèrent alors de ceux du *Pentacrinus Miocenicus* précisément par l'inégaliié en hauteur de ces mêmes articles et aussi en diamètre.

Les échantillons assez nombreux que nous avons sous les yeux du *Pentacrinus* de Beaucaire ont les articles inégaux, mais de beaucoup moins que ceux du *Pentacrinus des Alpines* que nous n'avons

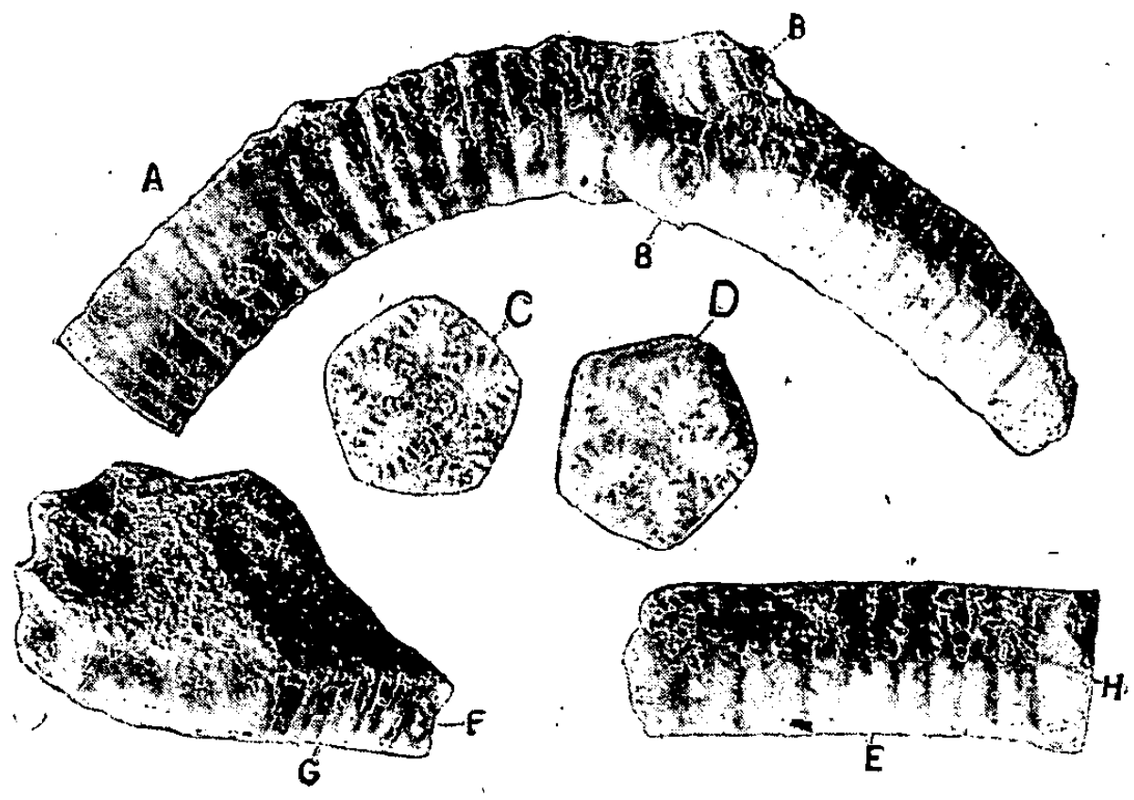


FIG. 1. — *Pentacrinus Berthei* grossi 1 fois 1/2.

pas, il est vrai, et pour lequel les dessins qui en sont donnés indiquent (2) (*fig.* 15 et 15ª) suffisamment la différence considérable qui existe entre eux.

Sans attacher une grande importance à ces caractères il est certain que ces différences peuvent les éloigner et alors le *Pentacrinus Allardi* resterait acquis à la science.

(1) Mémoire publié dans les *Annales de l'Académie de Vaucluse*, 1895.

(2) Voir *Bulletin de la Société géologique de France*, tome XXV, page 127, pl. IV, *(fig. 15-18)*.

Fixés au fond des mers ces *Pentacrinus* réunis, nombreux, devaient, ainsi que d'autres espèces qui vivent en colonies, subir les influences du Polymorphisme que l'on néglige trop souvent d'invoquer pour expliquer ces nombreuses différences sur lesquelles s'établissent tous les passages infinis de l'un à l'autre.

La photographie que nous donnons du *Pentacrinus Berthei (fig. 1)* des Angles nous dispense de toute description; l'on reconnaîtra qu'il se sépare du *P. Gastaldi*, *P. Allardi* et *P. Miocenicus*.

A est une tige contenant réunies 35 articulations, B et B' sont les facettes d'insertion articulaires des cirres, E un fragment composé de 12 articles plus en H l'article verticilaire, C et D deux facettes montrant les pétales de la rosette à faces non évidées. G est encore un fragment ayant en F un article verticilaire.

RÉVISION DES ANTEDONS

Passant de suite à la révision des Antedons, donnons en premier lieu la liste complète des espèces décrites dernièrement qui sont les suivantes (1), elles viennent compléter notre nomenclature.

1. *Echinocyamus umbonatus*. *Pomel.*
2. *Cidaris Avenionensis*. Desmoulins.
3. — *Munsteri*. Sismonda.
4. *Antedon Anglesensis*. De Loriol.
5. — *Rhodanicus*. Fontanes.
6. — *Pellati*. De Loriol.
7. — *Allardi*. —
8. — *Fontannesi*. —
9. — *Depereti*. —
10. *Pentacrinus miocenicus*. —
11. *Psammechinus dubius*. Agas.

Pour éviter toute indécision dans l'avenir pour ces espèces, faciliter leur comparaison, leur rapprochement, leur synonymie probable avec celles que nous avons publiées antérieurement à ce Mémoire, nous allons avec la plus grande discrétion faire la révision qu'il convient d'établir parmi ces formes assez nombreuses puisque déjà nous trouvons une douzaine d'Antedons à peu près dans un gisement très restreint représentant une faible surface, quelques mètres carrés à peine. Nous aurons démontré suffisamment que ces Antedons vivant

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, tome XXV, page 113.

en colonies nombreuses, sur les bas-fonds de nos mers Miocènes, dans une grande promiscuité, étaient ainsi soumis à des variations multiples qui résultent toujours de pareilles conditions d'existence et développaient chez eux ce caractère de Polymorphisme (1) que nous retrouvons si souvent.

Nous pouvons reconnaître, avant d'aller plus loin, que de toutes ces formes quelques-unes se séparent franchement, que d'autres peuvent être synonymiques. *M. de Loriol* n'ayant eu en main qu'un nombre fort restreint de ces Antedons des Angles, ce qui est profondément regrettable, puisque un seul est complet, c'est l'*Antedon Rhodanicus*, lorsque pour tous les autres la description de ce savant, se basant exclusivement sur les plaques centro-dorsales isolées, ne lui permet pas alors de juger de l'ensemble, tandis que pour ceux que nous avons décrits antérieurement la plupart sont complets et d'une conservation parfaite; mais nous pouvons admettre en principe que des variétés nombreuses existent, qu'elles affectent ce genre polymorphe plus particulièrement peut-être et que certainement on pourrait ramener ces formes, les réduire à deux ou trois groupes pour toutes ces différenciations.

En les décrivant, le but principal est de séparer ces variations pour en fixer le galbe, en arrêter la construction et si on agit sur un grand nombre de sujets, comme nous avons pu le faire, nous remarquons alors les passages insensibles qui se produisent, qui s'accusent déjà, ne donnant pas une parfaite ressemblance de l'un à l'autre, ne permettant pas d'en trouver deux d'une égalité parfaite pour la même espèce et ce sera autrement démonstratif lorsque nous pourrons, par la suite, en consulter plusieurs centaines d'échantillons.

Remarquons que si ces crinoïdes ont pu être indiqués comme très rares, cela tient absolument à la difficulté qu'on a de les retrouver, et à nous-mêmes pendant longtemps ne passaient-ils pas inaperçus ? rien n'ayant accusé leur présence dans les carrières des Angles et ailleurs.

Si d'un autre côté nous envisageons l'étendue restreinte des couches explorées, le volume réduit examiné, le peu de temps consacré à ces recherches, quelques heures, les remaniements qu'opèrent les mineurs dans l'extraction de ces carrières, les débris accumulés sur les couches seules qui les contiennent, on arrive à cette conclusion diamétralement opposée qu'ils sont excessivement communs et non pas d'une rareté extrême, sauf pour l'*Antedon Rhodanicus* dont nous ne possé-

(1) Voir le travail remarquable de M. Coutagne, intitulé : *Recherches sur le polymorphisme des mollusques de France*, 1895.

dons que 3 ou 4 spécimens; qu'ils sont en outre sur place, nombreux, et que rien n'a pu les ramener des profondeurs qu'ils habitaient à la surface sur le rivage.

LEUR HABITAT

Il est reconnu que ces genres *Antedon* et *Pentacrinus* occupent des profondeurs de mer qui peuvent atteindre plusieurs centaines de mètres (1) et d'ailleurs il est difficile d'admettre que des épaisseurs de molasse comme celles des Angles se soient formées sur des rivages, mais tout au contraire qu'il fallait de ce fait des bas-fonds et de grandes profondeurs de mers pour les déposer. Puis partout où notre molasse est exploitée la hauteur de ces masses est énorme et cela sur une grande surface, une étendue considérable. Ne peut-on donc pas admettre des mers profondes partout où le Miocène se montre dans ces conditions ?

Nous insistons sur ce point que nous livrons aux appréciations des géologues.

Mais il y a une autre difficulté autrement importante qui enlève toute probabilité à un déplacement quelconque pour les ramener à la surface, les arracher au sol natal.

Mlle Berthe Sinard dans son Mémoire (2) concluait fort judicieusement sans doute à de grandes profondeurs pour l'habitat du Pentacrinus qu'elle nous faisait connaître, *Pentacrinus Berthei Nic.* et à ce moment-là le genre *Antedon* nous étant inconnu, ces fossiles n'avaient pu apporter par leur découverte un élément nouveau et donner plus d'autorité à cette appréciation qui pouvait sembler non pas hasardée mais prématurée.

L'objection qui a été faite dernièrement est une observation en réponse à cette note disant en substance que « la présence de *rares* « fragments et tiges et le plus souvent d'articles isolés de tiges ne « saurait indiquer que ces Pentacrinus ont vécu à l'endroit même « où on les retrouve et que la couche qui les contient est un dépôt de « mers profondes. Ces *rares* débris de Pentacrinus ont pu venir « échouer sur un rivage et tout prouve qu'il en est ainsi... etc... (3). »

En opposition, l'auteur de cette note admet cependant quelques

(1) Le Pentacrinus Caput, Médusé, vit à 480 mètres. Rhyzocrinus Lafotensis à 1450. Bathycrinus gracilis à 3.800.

(2) *Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences.* — Marseille, 1891.

(3) *Bulletin de la Société géologique de France,* tome XXV, page 14, 1897.

lignes plus haut « que les Pentacrinus vivent actuellement à de « grandes profondeurs qui peuvent varier de 3 à 400 mètres jusqu'à « 1.500 mètres (1) ».

Pour concilier ces appréciations si diverses et si contradictoires, une seule chose a été oubliée, c'est que pour ramener à la surface ces Antedons des grandes profondeurs, il faut admettre des troubles considérables dans cet élément pour remuer, bouleverser sa masse liquide jusque dans ces gouffres inconnus. Or, la mer n'est jamais agitée à de telles profondeurs, les vagues de la surface, c'est reconnu, n'ébranlant qu'une faible lame d'eau relativement, et il nous semble difficile d'admettre qu'elles arrivent dans les bas-fonds des Océans.

Les *Antedons* tranquillement déposés dans la molasse n'ont pas subi les efforts des lames soulevées par les ouragans du Miocène; tout, au contraire, permet d'affirmer qu'ils sont non seulement en place et nombreux, mais que les tourmentes marines n'ont pu les déplacer ainsi protégés dans les abîmes des Océans pour les faire *échouer* sur une plage.

Poussant plus loin ses remarques d'une grande prévoyance, précisément contre cette interprétation qui lui est faite aujourd'hui (2) sur les conclusions d'un dépôt de mers profondes, *Mlle Berthe Sinard* indique un exhaussement du sol qui, en modifiant et diminuant ces profondeurs, fait disparaître ensuite les *Antedons* des couches supérieures dont l'élévation ou la faible hauteur de la lame ne permet plus leur existence, mais facilite alors l'apparition des mollusques côtiers dont la présence s'accuse au-dessus.

Cette conclusion a dû échapper, car certainement, son importance scientifique, son application logique, ne pouvait passer inaperçue; elle mettait en garde contre toute autre interprétation; de plus, elle ne pouvait manquer d'éloigner toute autre idée sur des faits si simplement exprimés et scientifiquement établis; cependant l'inverse s'est produit, le contraire en est résulté, bien qu'elle en indiquât l'impossiblité apparente:

Autant tout était prévu, autant tout a été évité pour formuler une opinion opposée à l'examen des faits.

(1) Draguant à 2.000 mètres en 1870, M. Jeffreys a ramené 20 échantillons du Pentacrinus Wyville Thomsoni, sur des fonds rocheux.

(2) « J'ajoute cette observation en réponse à une note insérée dans les *Comptes rendus de l'Association Française pour l'avancement des Sciences* au Congrès de Marseille. Note relative « à la présence des Pentacrinus dans la molasse des Angles et aux conclusions qu'on doit « tirer de ce fait. » Ainsi s'exprime l'auteur. Voir *Bulletin de la Société géologique de France*, tome XXV, page 114, année 1897.

PRÉSENCE DES BRACHIOPODES

Nous pensons donc que les Antedons des carrières des Angles indiquent suffisamment les conditions de milieu dans lesquelles une partie de ces dépôts au moins s'est formée; ajoutons en plus que la faune de la couche qui les contient conduit aux mêmes conclusions, et cela par leur association avec quelques Brachiopodes dans ce même banc, qui eux habitent généralement les grandes profondeurs, jusqu'à plus de 5.300 mètres. C'est un argument qui ne saurait être oublié ni négligé, et dont la valeur abrège ces contestations du moment.

Nous trouvons dans cette couche à *Antedons* et *Pentacrinus* des *Megathyris*; des *Megerlia*, *Megathyris cuneata*, *Megathyris decollatus*, *Megerlia oblita*, ou *Muhlfeldtia*, que l'on sait aujourd'hui descendre dans nos mers et océans jusqu'à 600 mètres et plus encore, le *Platidia Anomioides* vivre à 1.100 mètres de profondeur, ceci dispense d'insister.

Comme suite, nous donnons maintenant les Antedons que nous avons décrits et signalés, ce sont (1) :

Antedon	Rhodanicus.	Fontannes.	Antedon	Avenionensis.	Nicolas
—	Miocenicus.	Nicolas.	—	glandiferus.	—
—	sphœroidalis.	—	Pentacrinus	Berthei.	—
—	pilularis.	—			

Comparaison et discussion.

Par comparaison avec ceux que nous venons d'indiquer au commencement, nous constatons de prime abord que, à part 2 ou 3 de ces formes, aucune ne se ressemble, elles ne peuvent être confondues entre elles, nulle analogie ne les rapprochant, tellement elles s'éloignent et se distinguent facilement.

Les croquis que nous allons donner démontreront encore mieux les variations qui les affectent, les séparent; ils feront comprendre surtout que ces différences constituent l'action progressive du polymorphisme de ce genre dont les modifications paraissent infinies.

(1) *Mémoire de l'Académie de Vaucluse*, 1er fascicule 1897.

ANTEDON RHODANICUS. Fontannes (*fig.* 1).

L'*Antedon Rhodanicus* reste à peu près invariable et encore faut-il joindre les déformations qui l'atteignent puisque l'un d'eux a perdu sa forme régulière d'un pentagone, ainsi que l'indique le dessin exact que donne une photographie que nous avons. Déformation ou non, il n'est pas moins vrai qu'une modification affecte ce genre qui est fort peu représenté, car c'est le seul que nous ayons retrouvé en petit nombre.



FIG. 1.

Antedon Rhodanicus. Fontannes.
Grossi 3 fois.

L'*Antedon Rhodanicus* Fontannes conserve dans son ensemble son caractère distinctif, bien que des différences se manifestent l'altérant quelque peu. C'est ainsi que le dessin fourni par *M. de Loriol* dans son mémoire sur les *Antedons* (1) s'éloigne sensiblement de la description que nous avons donnée de cet Antedon; les plaques centro-dorsales n'ayant pas la même épaisseur et tandis que cette pièce centro-dorsale déborde beaucoup sur l'exemplaire de Saint-Etienne-du-Grès examiné par cet auteur, sur le nôtre des Angles, à peine elle s'avance pour former une faible saillie. Les cicatrices des cirres sont moins nombreuses, égales, et la surface n'en est pas entièrement recouverte et cela sur les nombreux échantillons que nous avons sous les yeux.

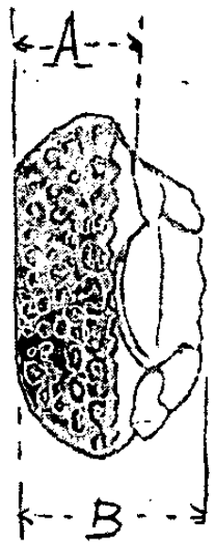


FIG. 1b.

Grossi 2 fois.

L'épaisseur A (*fig.* 1b) de la plaque centro-dorsale serait beaucoup plus considérable; elle égale plus de la 1/2 de la hauteur totale B du calice, tandis qu'elle est mince, à peine le 1/3 sur nos échantillons; cela entraîne une différence entre les Angles et Saint-Etienne-du-Grès.

Je n'ajoute pas plus d'importance à ces légères différences qu'il ne convient d'en apporter, puisque nous avons dit que rarement deux échantillons se ressemblent exactement surtout parmi les autres espèces.

Voici qui peut fixer dans tous les cas.

Collection *Châtelet fils*. — 1 échantillon complet. — Diamètre = 10 millim; hauteur totale du disque = 4 millim.

4 plaques centro-dorsales isolées. — Diamètre = 13 millim.. 11, 9 et 8 millim.

Collection *Bartésago*. — 1 plaque centro-dorsale. — Diamètre = 10 millim.

(1) Voir *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, tome XXV, pl. VI.

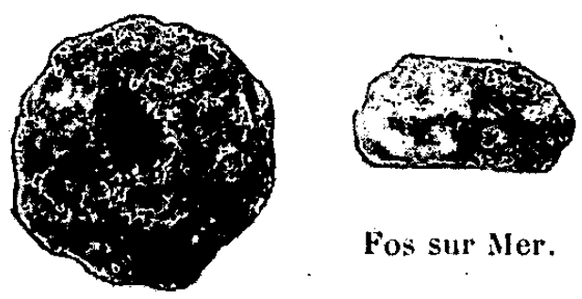
Celui que je possède complet : diamètre = 14 millim. ; hauteur totale = 6 millim. ; plaque dorsale = 2 millim.

1 plaque centro-dorsale isolée = 12 millim.

Tous ces échantillons diffèrent donc.

ANTEDON MIOCENICUS. Nicolas *(fig. 2 et 2b)*.

Cet *Antedon* est assez rare, nous l'avons décrit dans notre Mémoire, nous n'y reviendrons pas. Il se sépare surtout par ses faces centro-dorsales beaucoup moins criblées de cavités que chez l'*Antedon Rhodanicus* d'après le dessin qu'en donne *M. de Loriol*, figure 8c, mais sont surtout égales, profondes, sans ordre apparent.



Fos sur Mer.

FIG. 2.

Antedon Miocenicus. Nicolas.
Grossi 3 fois.

Nous ne possédons de cette jolie forme que quelques échantillons provenant des carrières des Angles et de celles de Fos-sur-Mer.

Collection *Bartésago* : 1 complet mais un peu effacé.

Angles.

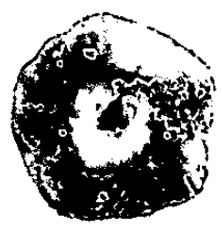


FIG. 2b.

Antedon Miocenicus. Nicolas.
Grossi 3 fois.

Collection *Châtelet* : 1 complet plus parfait de conversation.

Celui *(fig. 2b)* qui fait partie de ma collection est aussi complet, seulement quelques traces d'usure ayant altéré légèrement les caractères le rendent fruste; par contre celui *(fig. 2b)* que j'ai retrouvé en 1896, à *Fos-sur-Mer* est irréprochable; c'est le plus parfait n'ayant rien perdu de sa fraîcheur par la fossilisation.

C'est en totalité 4 échantillons complets de cette espèce intéressante.

Ces deux espèces constituent notre première section à formes aplaties.

ANTEDON SPHŒROIDALIS. Nicolas (*fig. 3*).

Cet antedon est très nombreux dans les couches qui le contiennent aux *Angles*. Espèce abondante mais très variable dans sa forme ; il offre toujours cette hauteur considérable qui lui donne l'aspect d'une sphère.

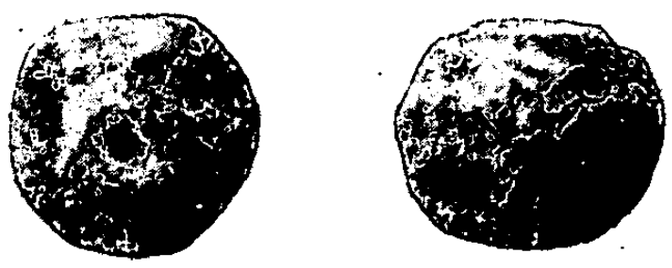


FIG. 3.

Antedon Sphæroïdalis. Nicolas.
Grossi 3 fois.

La trace des insertions des cirres est toujours diffuse, usée, incertaine et sur tous nos échantillons ces impressions articulaires sont peu accentuées ; il est donc difficile d'en saisir la disposition aussi bien sur ceux des collections qui m'ont été communiqués que sur les nôtres.

Complet ou non, on le reconnaît à cette épaisseur inusitée qui l'affecte et le distingue.

La pièce centro-dorsale lorsqu'elle se présente isolée a toujours une forme massive, lourde d'ailleurs, qui ne trompe jamais.

Malgré ce caractère particulier et parmi le nombre considérable qu'il nous a été permis d'examiner, quelques variations se produisent cependant et la tendance au polymorphisme s'accuse et se manifeste chez eux par des modifications ; c'est ainsi que quelques-uns deviennent en s'allongeant un peu cylindroïdes.

J'en ai un sous les yeux qui a 7 millim. de hauteur tandis qu'un autre n'en a que 6 millim. ; quoique légère, cette plus grande hauteur lui donne un aspect particulier de sphéroïde allongé.

La collection *Bartésago* en compte 5 complets dont 4 d'une conservation parfaite et bien typiques.

Celle de M. *Châtelet fils* en possède 12 complets aussi dont 9 remarquables.

La mienne en a 11 dont 6 complets.

C'est, en tout, 28 sujets que nous avons pu consulter pour cette détermination.

ANTEDON PILULARIS. Nicolas (*fig. 4*).

De toutes, cette petite espèce est la plus rare pour le moment, où l'exiguïté de sa taille et surtout sa forme en pilule la fait confondre avec les débris arrondis de molasse, cette pierre se réduisant trop facilement en grains.

Des recherches patientes le feront découvrir plus nombreux. Il n'a aucun rapport avec le précédent et la photographie que nous en donnons suffit et nous dispense d'insister sur ses caractères tranchés. Les stigmates des cirres souvent effacés, peu visibles, mais peu nombreux, petits et circulaires ; leur nombre, sans ordre, ne saurait être défini avec sûreté.

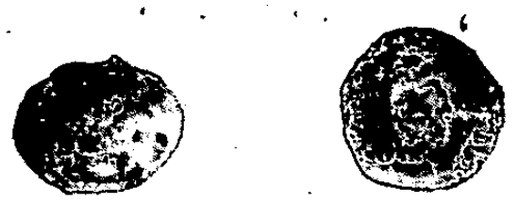


Fig. 4.

Antedon Pilularis. Nicolas.
Grossi 3 fois.

La collection de *M. Bartésago* en compte un fort intéressant qui constitue une variété.

La collection de *M. Châtelet fils* en a un fort douteux, l'usure atténuant ses caractères, mais par sa forme globulaire, par cet ensemble si distinctif il appartient à ce genre.

Le nôtre est celui donné pár la photographie, c'est le type parfait de cette espèce complétant la section des globulaires.

ANTEDON AVENIONENSIS. Nicolas (*fig. 5*).

Forme rappelant vaguement l'aspect d'une pomme de pin raccourcie, variable aussi dans son ensemble, se rapprochant quelquefois de *A.*

Sphæroidalis, mais ayant toujours la pièce centro-dorsale plus conique sans aplatissement appréciable ; les insertions des cirres sont assez grandes, elles semblent se placer régulièrement en se dirigeant par tranches séparées vers la pointe de la plaque centro-dorsale.

Une fort jolie variété est celle que j'ai classée Ve Minor et si on ne craignait d'abuser de l'espèce en voulant l'élever à ce rang, ce serait bien l'*Ant. admirabilis*, l'échantillon que nous avons étant d'une perfection admirable — c'est le seul où les insertions des cirres quoique rares semblent se disposer suivant un ordre sérial régulier. Les attaches des bras sont profondes, accusées, simulant une figure humaine grimaçante.



FIG. 5.

Antedon Avenionensis. Nicolas.
Grossi 3 fois.

Quelques variations se produisent aussi. Un échantillon complet de la collection de *M. Châtelet fils* est un peu plus allongé que celui-ci et quelques plaques centro-dorsales isolées (3) offrent des changements dans leur élévation.

Parmi ceux de la collection de *M. Bartésago* (2) un d'eux serait aussi plus allongé et l'autre raccourci au contraire, et les 3 plaques centro-dorsales isolées ont des élévations variables ; l'une d'elles a les séries de cicatrices des cirres en rangées parfaites convergeant au sommet, tandis que chez d'autres ces rangées n'existent que d'un côté, sont troublées et même ne s'accusent pas quelquefois.

ANTEDON GLANDIFERUS. Nicolas (*fig. 6*).

Plus allongé que le précédent, terminé en pointe, plus étroit. Cette forme est assez rare, l'arrangement des incrustations des cirres est assez marqué et convergent au centre de la pointe dorsale, les dernières seules, près du sommet, sont inégales et plus petites.

Les deux échantillons que je possède diffèrent de taille très sensiblement. Par comparaison il est facile de reconnaître qu'il n'a plus l'aspect général de *Ant. Avenionensis* dont il se sépare franchement, mais nous reconnaîtrions pour lui comme pour les autres, si nous agissions sur un grand nombre de spécimens, qu'il pourrait offrir des passages, modifiant son ensemble pour le rapprocher de certains autres. C'est toujours ce qui doit résulter de la réunion de nombreux individus où des contacts constants, des rapprochements suivis entraînent forcément les variations nombreuses qui amènent au polymorphisme des espèces. Cette espèce est rare et jusqu'à ce jour nous n'en connaissons que 4 spécimens dont un très pointu, cylindroconique, très allongé, où les attaches des cirres sont assez accusées, disposées par tranches.



FIG. 6.

Antedon Glandiferus. Nicolas
Grossi 3 fois.

Mais avant de passer aux formes dernièrement décrites, tous les Antedons que nous venons d'indiquer se séparent franchement sans qu'il soit possible de les confondre, mais de même ils offrent tout autant de différences avec les suivants et sauf quelques-uns il n'existe entre eux aucune relation.

ANTEDON PELLATI. De Loriol (*fig.* 7).

De cette forme décrite dernièrement par *M. de Loriol* qui n'avait à sa disposition qu'un seul échantillon nous avons 8 sujets (dont un appartenant à la collection de *M. Bartésago)* fort variables, et même sur ce nombre aucun n'affecte exactement la forme du sujet unique qui a servi à la description de cette espèce fort curieuse sans doute.

Ils diffèrent comme taille, comme hauteur, comme forme générale. Le plus réduit a à peine 3 millim. de diamètre tandis que le plus grand en a le double, 6 millim.

L'épaisseur qui a à peine un millim. arrive à 3 ou 4 chez les plus developpés ; l'un est tout à fait pentagonal, les angles saillants, aigus même, et d'autres n'offrent pas cette disposition si nettement accusée en carène, ils sont presque ronds ou pentagonaux émoussés.

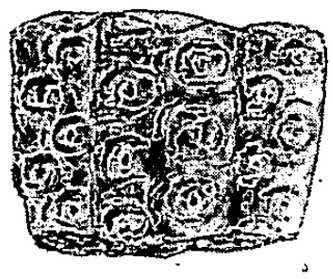


Fig. 7.

Antedon Pellati. De Loriol.
Grossi 4 fois.

La face centro-dorsale qui est si droite sur le dessin qui nous est donné s'incline souvent, s'évase même, tout autant de variations qui demanderaient pour chacun d'eux une description spéciale.

Il faut reconnaître une grande variation pour cette espèce d'Antedon où s'accentue l'influence manifeste des changements et tout particulièrement pour lui elle est indéniable.

Bien que nous eussions à notre disposition ce nombre de sujets que nous avons indiqué, par son caractère étrange, son profil anormal, nous n'avions pas décrit cette forme bizarre, indécise, qui est une des plus originales que nous connaissions de ce genre et où chaque série des attaches bien marquées des cirres est séparée par un bourrelet longitudinal et perd de ce fait sa figure pentagonale, tandis qu'elle se maintient sur d'autres.

Puis, bien qu'il y ait par suite de cette multiplicité dans le *galbe* général qu'il affecte quelques restrictions à faire, nous pensons que des recherches plus nombreuses permettront d'en donner exactement la description n'ayant encore à notre disposition qu'une partie de cet *Antedon.*

ANTEDON FONTANNESI. De Loriol (*fig.* 8).

Comme pour la forme précédente, nous nous trouvons encore en présence d'une espèce fort variable et de même une *seule pièce* a été soumise à l'attention de *M. de Loriol* qui l'a dénommée *Antedon Fontannesi.*

Sur la plupart des nombreux échantillons que nous avons sous les

yeux aucun n'offre, aussi nettement affirmé, ce bord droit du dessin de *M. de Loriol*. Ils sont tous un peu inclinés, évasés plus ou moins, coniques légèrement, sans affecter un angle droit.

La forme pentagonale est indécise sur quelques-uns lorsqu'elle est franchement dessinée chez d'autres. Les diamètres n'ont pas la même longueur et les épaisseurs des pièces centro-dorsales, bien plus minces, ne sont plus dans le même rapport A-B de la figure. Il n'y a rien de fixe.

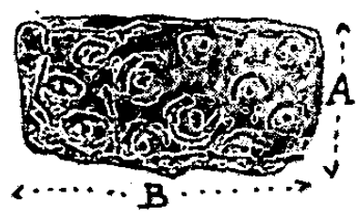


Fig. 8.

Antedon Fontannesi. De Loriol.
Grossi 4 fois.

Sur les 12 pièces centro-dorsales de la collection de *M. Châtelet fils*, 3 sont bien complètes. Des 3 pièces que possède *M. Bartésago*, 2 sont parfaites de conservation et irréprochables.

Enfin, les 9 qui m'appartiennent, quoique différentes entre elles ont bien la forme générale, mais il est certain qu'il n'y a aucune ressemblance parfaite, pas deux identiques ; donc parmi le nombre de 24 que nous avons pu examiner il existe toujours quelques différences : sur la plupart les traces des insertions des cirres sont bien marquées et visibles bien qu'il soit assez difficile d'en préciser l'arrangement.

En rapportant cette espèce à l'*Antedon Rhodanicus*, *M. de Loriol* pourrait bien être dans le vrai ; elle est moins plate que celle de cette espèce, dit-il, « ses faces latérales sont plus verticales et les facettes articulaires des cirres qu'elle porte sont plus nombreuses ». Mais ajoutons que ce classificateur n'a eu qu'une seule pièce à son service tandis que les nombreuses que nous avons pu consulter nous font pencher pour ce rapprochement.

Ces modifications indiquent combien cette espèce offre de changements plus ou moins appréciables qui constitueraient autant de variétés infinies si on ne reconnaissait l'influence du polymorphisme qui s'étend d'ailleurs à bien d'autres espèces.

ANTEDON ANGLESENSIS. De Loriol (*fig. 9*).

Cet *Antedon* s'éloigne de toutes les formes de ceux que nous venons d'énumérer dans cette révision du genre ; les rapports et différences ont été établis avec beaucoup d'autorité par *M. de Loriol*. Néanmoins il peut se rapprocher avec une certaine certitude de l'*Antedon glandiferus* qui, tout en étant de beaucoup plus allongé, a cette pointe dorsale aussi caractéristique ; qui lui à son tour (*Antedon Glandiferus*) serait voisin de l'*Ant. Alticeps* Philippi, du Pliocène, qui est étroitement conique.

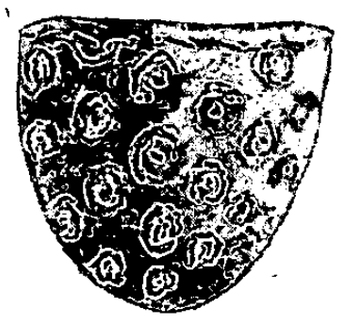


Fig. 9.

Antedon Anglesensis. De Loriol.
Grossi 4 fois.

La description ayant été donnée sur la vue d'une seule pièce jusqu'à ce jour unique, et ne possédant pas de plaques centro-dorsales isolées pouvant s'en rapprocher, nous porterons toute notre attention à la recherche sur le terrain de cette forme fort remarquable.

ANTEDON DEPERETI. De Loriol (*fig. 10*).

Ici encore une seule pièce centro-dorsale a servi à la description de cette espèce et nous ne pouvons facilement établir une identité parfaite avec les *Antedons* que nous avons décrits de ce même gisement qui, eux, sont complets. Il existe bien quelques rapports avec l'*Antedon Avenionensis*, quoique les plaques centro-dorsales isolées que nous avons de cette forme ainsi séparées donnent la pointe dorsale beaucoup moins tronquée.

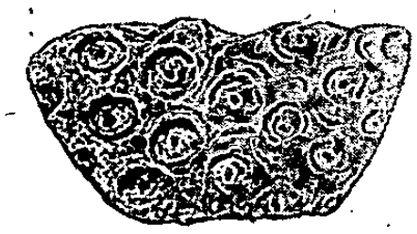


Fig. 10.

Antedon Depereti. De Loriol.
Grossi 4 fois.

Malgré tous ses efforts et la haute compétence reconnue de ce classificateur *(M. de Loriol)* il n'est pas moins certain que ces descriptions ne s'appuient que sur des pièces uniques, parfois usées, pour établir ces espèces. Dans ces conditions on conçoit toutes les difficultés qui naissentpour bien les définir n'ayant en main aucun échantillon complet. Tout le premier nous déplorons l'insuffisance des pièces qu'on lui a communiquées consistant, ainsi que nous l'avons dit, en une seule plaque centro-dorsale qui lui a été soumise, ce qui ne lui permet pas d'être affirmatif pour la plupart des caractères, sauf une ou deux formes où malgré les variations qu'elles présentent *(Antedon Pellati, Ant. Fontannesi)* il ne peut exister aucun doute.

C'est justifier en même temps ces appréhensions qui résultent de cette incertitude sur les caractères de quelques *Antedons*, puis le désir qu'il exprime d'en connaître un plus grand nombre.

A notre tour, nous avons revu nos échantillons et certainement il est difficile de préciser parmi tous ces passages insensibles sans qu'il soit possible d'en bien séparer les limites.

En s'appuyant sur le nombre des cicatrices des cirres, en faisant intervenir leurs formes arrondies ou ovalaires, leur insertion profonde, nous n'épuiserions jamais ce sujet si nous voulions en donner un aperçu.

La forme d'ensemble, pensons-nous, doit guider pour les séparer, et c'est là surtout où nous nous sommes attachés pour les faire connaître sans entrer dans une description détaillée pour chacun d'eux, ce qui n'offrirait alors qu'un attrait médiocre et ne présenterait qu'un intérêt sans valeur.

ANTEDON ALLARDI. De Loriol (*fig. 11*).

Un échantillon unique a été soumis à l'étude de l'auteur, espérant, dit-il, « que la découverte d'exemplaires plus frais lui permette de fixer exac« tement cette forme et d'en établir plus sûrement la description ».

Nous ne pouvons, à notre tour, comparer avec certitude cette unique plaque des formes que nous avons décrites et sauf l'*Antedon Avenionensis* qui, lui, n'a qu'une vague ressemblance avec l'*Antedon Allardi*, il est

difficile de préciser les rapprochements qui pourraient les relier avec ceux que nous avons publiés. Il faut encore reconnaître ici combien ces formes varient; il suffit d'examiner ces trois *Antedons*, *Ant. Anglesensis*, *Ant. Depereti* et *Ant. Allardi*, ces deux derniers surtout pour s'assurer des grands rapports qui les rapprochent et les placent graduellement à côté l'un de l'autre, par leur forme conique, intacte; puis tronquée de plus en plus et surtout par la courbure du profil d'inclinaison variable qui est plus ou moins accentuée, évasée, renflée irrégulièrement chez l'*Ant. Anglesensis*, moins prononcée chez l'*Ant. Depereti* où se montre l'aplatissement de la pointe dorsale et plus régulièrement conique chez l'*Antedon Allardi* dont la partie tronquée acquiert une plus grande étendue.

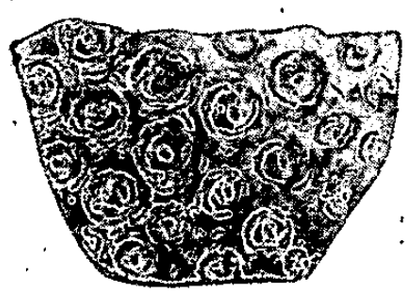


FIG. 11.

Antedon Allardi. De Loriol.
Grossi 4 fois.

Puis, pour l'*Ant. Allardi* on n'a pu fixer exactement le nombre de cirres et comparer. « Il voudrait, nous dit l'auteur, examiner des échantil-« lons plus frais, n'ayant que cette pièce unique sous les yeux. »

S'il s'agit de l'*Ant. Depereti*, ne connaissant encore qu'une seule pièce centro-dorsale, il lui faudrait le premier anneau radial pour permettre une comparaison plus exacte avec *Allionia oblita* Michelotti, *Ant. solutus* Pomel, *Ant. lineatus* Pomel et *Ant. cartenensis* Pomel.

L'*Ant. Anglesensis* se rapproche de l'*Ant. Altiseps* qui est toutefois plus étroitement conique, plus haut que large.

En général, dans la plupart de ces échantillons, l'usure qui affecte le plus grand nombre en les altérant, rend la description incomplète, souvent laborieuse même, et je ne sais pas jusqu'à quel point elle peut arriver à modifier la forme d'ensemble de façon à présenter des différences telles de profil, de galbe, etc., qu'elles ne suffisent à les séparer pour une même espèce.

Il faut en voir beaucoup, les examiner avec soin pour arriver à ces conclusions et encore faut-il qu'ils soient au moins parfaits, ce qui est assez rare, bien qu'ils soient au moins nombreux, comme on a pu le voir par le nombre que j'ai signalé.

ANTEDON PHALANGIUM. Espèce de nos mers (*fig. 12*).

Un seul mot sur cet Antedon que j'ai retrouvé dans des résidus de dragages dans la Méditerranée.

La pièce centro-dorsale est en calotte sphérique, elle donne, grandes, bien arrondies, irrégulièrement distribuées sans ordre, profondément marquées et peu nombreuses les impressions des attaches articulaires des cirres qui recouvrent presque entièrement cette surface, sauf vers le centre, région où elles ne se montrent plus; de même, certains de nos Antedons, précisément, pourraient avoir cette pointe dorsale dépourvue des cirres qui recouvrent et entourent la face dorsale.

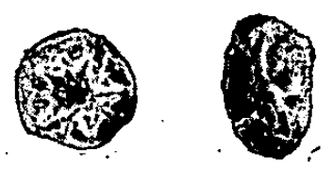


FIG. 12.

Antedon Phalangium.
Grossi 3 fois.

Et maintenant, pour réviser la liste des *Antedons* et *Pentacrinus* qui ont été déjà recueillis dans la mòlasse des carrières des Angles et ailleurs, nous devons ajouter à notre première énumération les espèces nouvelles décrites depuis (1) pour la compléter.

Nous aurons alors la succession suivante :

Antedon Rhodanicus Fontannes
— Miocenicus Nicolas
— sphœroidalis —
— pilularis —
— Avenionensis —
— Depereti de Loriol
— Allardi —
Antedon glandiferus Nicolas
— Anglesensis de Loriol
— Pellati —
— Fontannesi —
Pentacrinus Miocenicus —
— Berthei Nicolas

Ce nombre ne doit pas surprendre ni nous étonner, la comparaison que l'on peut faire pour chacun d'eux fait ressortir que toutes ces formes, prises parmi les échantillons les plus typiques, représentent bien, sauf quelques-uns, les espèces qui ne sauraient se confondre, mais, pour une même espèce, la forme n'est pas fixe et l'on sent l'influence manifeste des modifications, où la filiation des intermédiaires qui les réunissent ne peut laisser que de faibles limites, de subtiles séparations.

Nous ne voulons pas non plus établir ou créer des synonymies, en l'état nous ne saurions conclure, vu la rareté des échantillons — un seul — qui a permis à M. DE LORIOL de déterminer ceux qui lui avaient été soumis.

Nous avons constaté et fait ressortir que le **seul** *Antedon Anglesensis*, connu incomplet a quelques rapports comme profil avec *nos Antedons glandiferus* qui sont certainement plus conoïdes allongés.

Que le **seul** *Antedon Depereti* et le **seul** *Ant. Allardi*, toujours incomplets, semblent se rapprocher de **nos** *Ant. Avenionensis*.

Que, au besoin, l'*Antedon Fontannesi* **seul** et incomplet pourrait avoir pour voisin l'*Ant. Rhodanicus*, mais nous ne saurions trop le répéter, une seule plaque, pour chacun d'eux, peut paraître insuffisante.

Les matériaux sont donc certainement incomplets d'un côté lorsque nous les avions si nombreux, au moins *cent* (2) pour baser nos descrip-

(1) Voir *Bulletin de la Société géologique de France*, tome XXV, pages 115 à 129 avec pl.

(2) A ce nombre il faut ajouter une trentaine d'autres échantillons retrouvés par MM. Chatelet, Bartesago et Varcilles dans d'autres gisements, à Védènes et St-Côme (Angles) ce qui porte à plus de *cent trente* la totalité jusqu'à ce jour. Nous pouvons signaler un *Ant. Sphœroïdalis* des plus parfaits, quelques *Ant. Miocenicus*. *Ant. Pellati*. *Ant. Rhodanicus* et enfin un superbe échantillon à M. Châtelet dans la série des *A. Rhodanicus* ou *A. Miocenicus* que nous décrirons sous peu.

tions, ce qui nous a permis une plus grande comparaison pour acquérir la certitude de la fixation des caractères que nous leur reconnaissons.

Par une réunion de circonstances des plus heureuses, une coïncidence des plus fortuites a permis de retrouver déjà de nombreuses espèces parmi ces Antedons, mais nous pensons qu'il faut attribuer cette abondance d'espèces au nombre considérable de fossiles de ce genre que recèlent les couches à peine explorées de la molasse Burdigalienne ; il est même préférable de l'envisager ainsi, ce qui explique alors et la grande quantité de ces crinoïdes appartenant à cette faune tout à fait abyssale qui se révélait à nous depuis quelques années, et les influences qui agissaient sur cette multiplicité d'individus vivant dans ces eaux toujours calmes des profondeurs océaniques.

Mais si nous avons écarté toute synonymie, nous avons cependant admis quelques rapprochements incontestables que nous avons établis en raison directe de la conservation de nos échantillons.

Toutefois, pour en juger, il vaut mieux s'en rapporter pour le moment aux figures données et aux photographies de ce mémoire ; elles sont suffisantes pour faire saisir aussi bien l'analogie qui semble exister entre ces formes que les différences qui les séparent.

Cette comparaison seule permettra rapidement de reconnaître que s'il y a quelque ressemblance, bon nombre de ces 11 antedons se distinguent et ne peuvent être confondus, la forme d'ensemble qui est bien le seul critérium que l'on peut invoquer et non pas révoquer facilitant cette distinction d'espèces qui s'établit par la vue seule de ces dessins.

Comme nous avions voulu ne décrire que sur la vue de sujets complets, toutes les pièces isolées ne se rapprochant pas d'une façon certaine de nos types, avaient été écartées ; c'est ainsi que pour l'*Antedon Pellati* et l'*Antedon Fontannesi* nous avions laissé ces parties détachées, disloquées, dans l'attente d'une classification à reprendre ultérieurement, lorsque nous serions en possession de sujets complets. Or, précisément le travail des plus remarquables de *M. de Loriol* est venu combler cette lacune en déterminant avec toute l'autorité qui s'attache à son nom, les *deux Antedons* en question, et pour lesquels, quoiqu'il n'ait eu *qu'une seule pièce* qui, dit-il, a été recueillie jusqu'à ce jour pour décrire l'*Antedon Fontannesi*, que de même il n'a pas été plus favorisé pour l'*Antedon Pellati* dont il n'a pu examiner qu'une seule partie d'un exemplaire en reconnaissant « qu'aucune espèce ne peut lui être comparée,

« l'aspect insolite de sa face dorsale et de sa face ventrale le faisant « aisément reconnaître », il a pu cependant malgré la rareté des matériaux déterminer ces deux formes curieuses.

Ce savant distingué n'a fait d'ailleurs que devancer ce moment, m'étant promis de saisir la première occasion favorable pour lui faire part de ces découvertes et lui montrer toutes les photographies de nos types, puis attirer surtout son attention sur ces deux Antedons dont les caractères particuliers m'avaient laissé indécis autant qu'incertain, puisqu'ils n'étaient pas complets, mais aussi et tout particulièrement, parce que sur le nombre relativement considérable que j'avais en mains ils offraient tous des variations sensibles, soit dans le profil ou dans le galbe, soit dans la taille, etc., etc.. Nous aurions facilité ainsi à ce classificateur familiarisé avec cette espèce d'utiliser les nombreux matériaux que nous avions réunis dans cette intention.

Des empêchements imprévus ne nous ont pas permis de réaliser et de donner suite à ce projet.

Il y a eu, peut-être, un peu d'empressement, ce qui s'explique d'ailleurs, quelles que soient les raisons qui l'aient déterminé et quelles que soient les tendances extérieures qui se soient manifestées pour en accélérer la solution. Certainement rien ne pressait pour hâter cette publication et rien (1), ce nous semble, n'exigeait d'en précipiter l'impression. Mais de là est résultée, pour lui, l'insuffisance des matériaux à consulter et le nombre restreint de renseignements généraux si utiles dans ces circonstances.

De là aussi la révision que nous donnons, révision qui s'imposait pour faire connaître la série complète jusqu'à ce jour des genres *Antedons* et *Pentacrinus* et où j'ai dû faire ressortir avec les conditions d'habitat l'importance de cette faunule qui, rare hier, s'accuse chez nous par de nombreux sujets donnant une grande abondance de formes nouvelles.

---

(1) Voir la note 2 de la page 111. *Bulletin de la Société géologique de France*, tome XXV, année 1897.

M. G. RAMOND

Assistant de Géologie au Muséum d'Histoire naturelle, à Paris.

OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES SUR LES TRAVAUX ENTREPRIS PAR LA DIRECTION TECHNIQUE DE L'ASSAINISSEMENT DE LA SEINE ET DE L'UTILISATION AGRICOLE DES EAUX D'ÉGOUTS DE PARIS.

[557 (44.36)]

— *Séance du 12 août 1897* —

Dans une précédente Note, **M. G. Ramond** (1) a exposé, très sommairement, le résultat de ses recherches géologiques sur les travaux de construction de l'Aqueduc-Égout, exécuté par le Service de l'Assainissement de la Seine, et qui ont pour but de débarrasser le fleuve parisien de la projection des eaux-vannes de la Capitale ; ces eaux usées représentent un volume évalué, en moyenne, à 450.000 mètres cubes par 24 heures.

L'expérience tentée, à Clichy, par **Durand-Claye**, il y a plus de 25 ans, ayant donné d'excellents résultats, le système d'irrigation fut, tout d'abord, développé dans la presqu'île de Gennevilliers. Depuis l'été de 1896, grâce à la construction de l'*Aqueduc-Égout d'Achères* (1), 100.000 mètres cubes environ d'eaux d'égout viennent fertiliser journellement le *Parc Agricole*, créé dans la partie septentrionale de la Forêt domaniale de St-Germain, en face d'Herblay et de Conflans-Ste-Honorine.

Les résultats obtenus, au point de vue horticole et agricole, sont déjà très appréciables : ils ont fait l'objet d'une communication de **M. P. Vincey** à la *Société Nationale d'Agriculture* (2).

Les surfaces irrigables étant insuffisantes, le Service de l'Assainissement procède, en ce moment, à la construction du prolongement de l'Aqueduc d'Achères, dans la direction de l'Ouest, par Herblay, Chenevières, Conflans-Ste-Honorine (Le Gibet, Fin d'Oise) — avec traversée de l'Oise en *siphon-sous-fluvial* — Maurecourt, Choisy, Andrésy, Chanteloup et Triel. Une nouvelle traversée de la Seine,

(1) Voir *Congrès de l'AFAS* (année 1894. 2e partie, p. 472, avec coupes et pl.)

(2) Voir *Mémoires de la Soc. Nation. d'Agriculture de France*, tome CXXXVII.

en *siphon immergé*, permettra de diriger ultérieurement les eaux vers les plaines alluviales de VERNOUILLET, VERNEUIL, LES MUREAUX, etc.

Un branchement, comportant une *Usine électrique de refoulement*, près de la station de PIERRELAYE (Chemin de fer de Paris-Nord, Ermont, Pontoise), va gagner le *Domaine municipal de* MÉRY-SUR-OISE, qui doit être soumis à un système d'irrigations rationnelles.

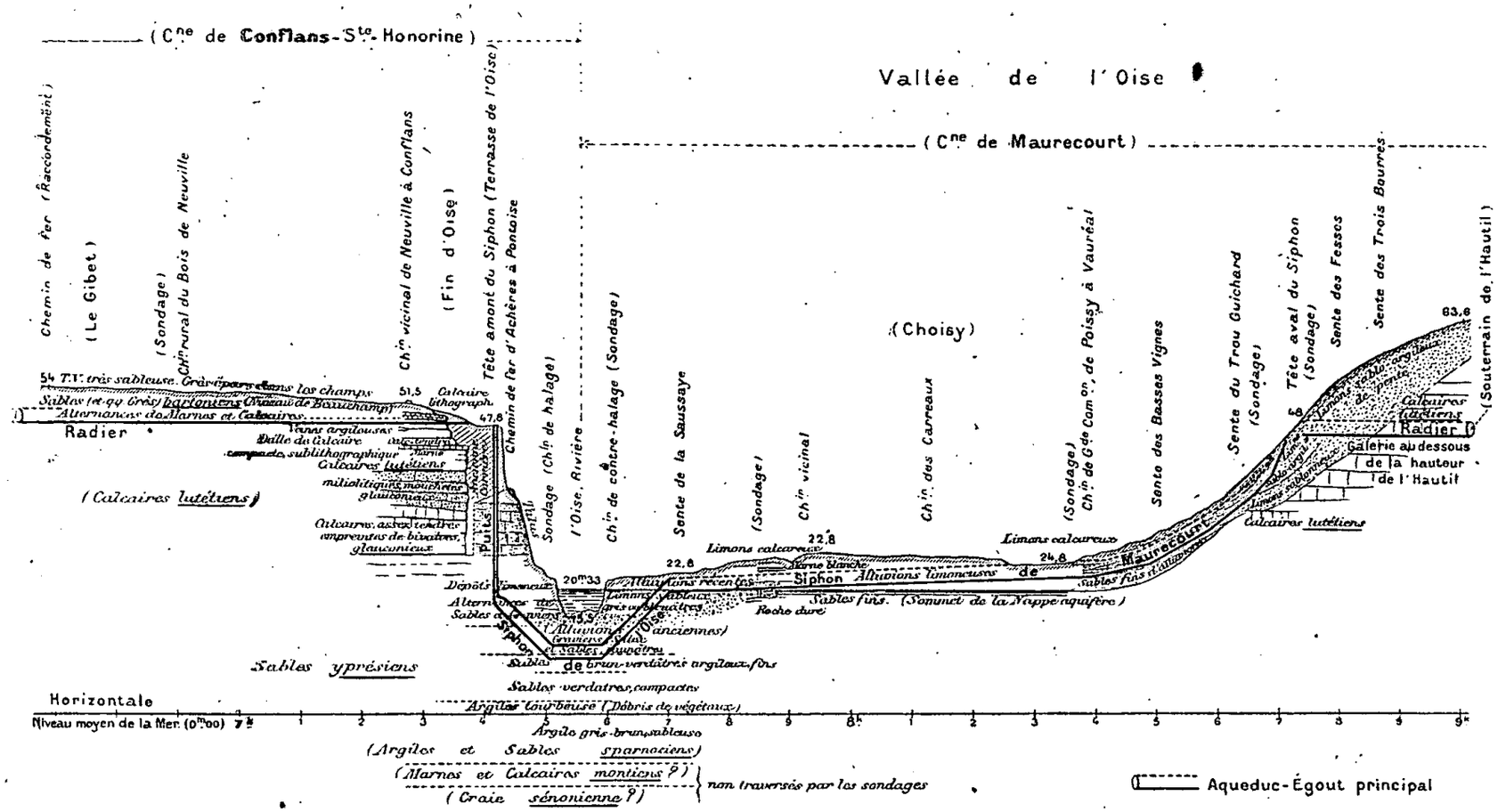
Les fouilles ont mis à jour : à HERBLAY (près de la Station du Chemin de fer), les *Sables infra-gypseux* d'Argenteuil, verdâtres, un peu argileux (*Bartonien* supérieur) ; puis les *Marnes* et *Calcaires*, saumâtres ou lacustres, de *Saint-Ouen (Bartonien* moyen — *Étage Odoénien* de **M. G.-F. Dollfus**) ; les *Sables de Beauchamp (Bartonien* inférieur) et les *Calcaires* grossiers, *lutétiens* dans la plaine de Chennevières et de CONFLANS (Fin-d'Oise Le Gibet).

Les sondages effectués dans le lit de l'Oise et sur les berges de cette rivière, pour l'établissement du *siphon*, ont traversé (voir *fig.*) les *alluvions modernes* et *anciennes*, avec débris végétaux ; les *Sables du Soissonnais (Étage Yprésien)* ; et ils ont été arrêtés dans l'*Argile* plastique, *sparnacienne*. Ces fouilles ont confirmé, sensiblement, les données géologiques fournies par les travaux de construction du Chemin de fer d'Argenteuil à Mantes, lequel franchit l'Oise, en aval, à peu de distance d'un tracé de l'Aqueduc (1).

La *tête aval* du *siphon de l'Oise*, dit de MAURECOURT, est à la Sente des fesses, sur le territoire de cette commune. Un *tunnel*, de 4.200 mètres environ, fait suite. Il est tracé au-dessous de l'*éperon* oriental de l'Hautil *(Parc de Faÿ)*, contourne le village de CHANTELOUP, puis vient se terminer à la Seine à TRIEL (extrémité Sud du bourg). Les parties de cette galerie, exécutées jusqu'à présent, se maintiennent dans les *Calcaires* grossiers, *lutétiens*, miliolitiques. Les puits d'extraction et d'aérage ont donné des coupes où l'on voit un beau développement des *Sables quartzeux de Beauchamp*, d'un blanc pur, très fins, avec plaquettes de *Saint-Ouen* au-dessus. On peut constater, en outre, que les dépôts de pente sont venus recouvrir les formations diluviennes, constituées par de gros graviers, des sables fins et des cailloux de Silex, très perméables (1).

L'embranchement de MÉRY-SUR-OISE entame le *Calcaire de Saint-Ouen* surmonté par des Marnes d'une assez grande épaisseur, et les *Sables de Beauchamp*, avec bancs de grès. Le puits d'alimentation de l'*usine de Pierrelaye* a traversé les diverses bornes des *Calcaires lutétiens*. Les eaux se maintiennent dans le puits à la cote, 29 mètres environ.

(1) Voir : *Bull. Soc. Géol. de France*, 3me série, tome XIX, p. 20 et p. 1978-023.



Coupe géologique de la Vallée de l'Oise (Profil en travers), suivant le tracé de l'Émissaire général.

G. Ramond, del. E. Morel Sc.

La suite des fouilles permettra, sans nul doute, de préciser l'allure de ces formations.

La planche n° III jointe à la présente Note, fait ressortir l'étendue des surfaces des méandres de la Seine, recouvertes par des alluvions anciennes (a^{1a}), sableuses et graveleuses, *très perméables*, et, par conséquent, particulièrement favorables aux irrigations à l'eau d'égout.

M. William GROSSETESTE

Ingénieur des Arts et Manufactures, à Paris.

PHÉNOMÈNE D'ARGOSTOLI DANS L'ILE DE CÉPHALONIE

[551.47]

— *Séance du 12 août 1897* —

L'Ile de Céphalonie présente un phénomène naturel qui, si je m'en rapporte aux recherches que j'ai pu faire à ce sujet, semblerait être le seul connu de ce genre.

A la pointe de la presqu'île d'Argostoli, des fissures dans la roche calcaire, qui forme le rivage, absorbent l'eau de mer et forment ainsi un courant continu et permanent de l'eau de mer qui s'écoule dans le sol (*fig. 1 et 2*).

Ce phénomène est rendu apparent particulièrement par les corps flottants, tels que les algues qui sont attirées vers ces fissures.

C'est vers 1835 que M. Stevens, collecteur d'impôts pour le compte de la domination britannique des îles Ioniennes, en fit la découverte ; ayant demandé au gouvernement la concession de cet emplacement, il fit creuser dans le roc une fosse qui réunissait toutes les fissures aspirantes qu'il avait pu trouver ; par un canal muni d'une vanne à l'entrée, il mit cette fosse en communication avec la mer et sur son parcours il monta une roue hydraulique dont le mouvement était déterminé par le courant de l'eau ainsi constitué.

Le fait fut signalé le 26 mai 1835 par le docteur White à J. Davy, médecin dans l'armée anglaise.

Différentes publications en furent saisies, quelques Sociétés savantes y prirent aussi intérêt :

Ainsi, en 1836, les *Proceedings of the royal geological society* en

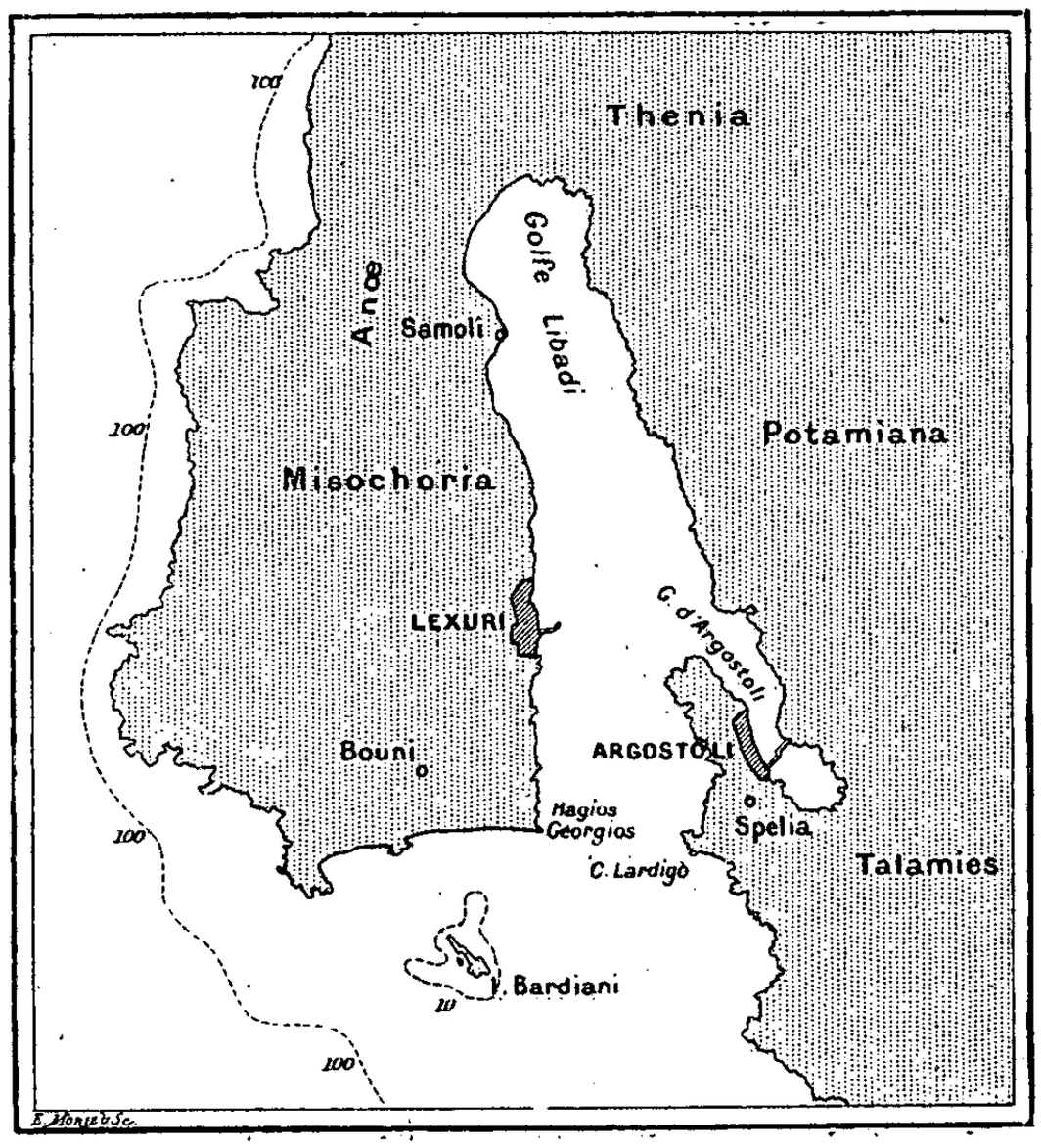


FIG. 1. — *Environs du Golfe d'Argostoli.*

font mention ; de même la *British association*, dans sa 33e session 1863 à Newcastle upon Tyne, entendait une conférence de M. Ansted, professeur de physique à Cambridge, sur ce sujet.

En 1868, les *Annales de Poggendorff* en contiennent une description.

D'autres publications en ont-elles fait mention ? Il ne m'a pas été donné de pouvoir le constater.

Soit que l'explication véritable ou du moins la plus présumable de ce phénomène ait paru impossible à trouver, ces communications publiées restèrent sans effet, et le phénomène ne fit que recevoir une application industrielle qui s'augmenta d'un second moulin construit dans le voisinage immédiat par M. Migliaressi.

• Les hypothèses ne manquent pas pour essayer d'expliquer le phénomène :

— Evaporation par la chaleur centrale de cette eau qui reviendrait au sol sous forme de vapeurs volcaniques ou encore sous forme de sources d'eau chaude — aspiration de cette eau salée par une sorte de trompe formée dans le sol par quelque source d'eau douce qui entraînerait l'eau de mer pour la restituer sur le sol sous forme de sources saumâtres — communication avec une mer lointaine de niveau inférieur, telle que la mer Morte ou la mer Caspienne — etc., etc.

Voici d'ailleurs le résumé des observations qui ont été recueillies et reproduites par M. K. W. M. Wiebel, professeur de physique et de chimie à Hambourg, dans sa brochure intitulée : *Die Insel Kephalonia und die Meer Mühlen von Argostoli* (l'île de Céphalonie et les moulins maritimes d'Argostoli), Hambourg 1873.

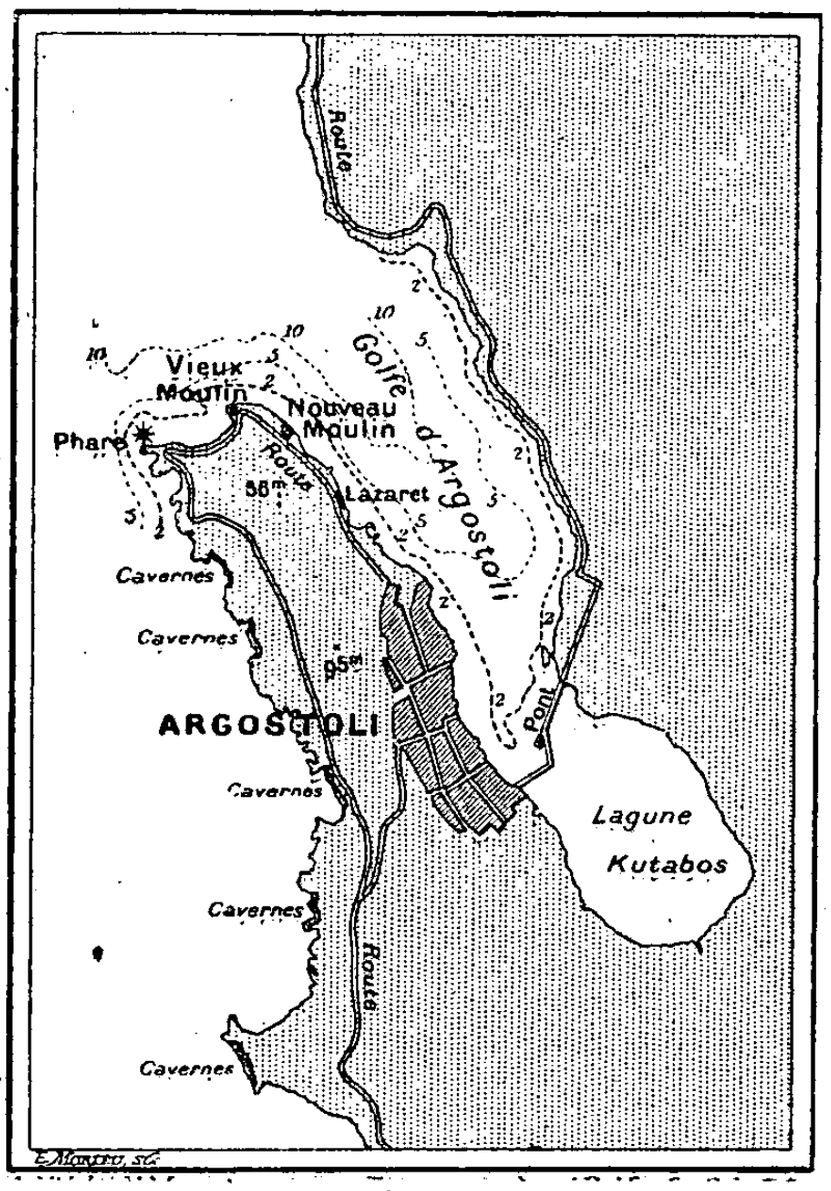


FIG. 2. — *Golfe d'Argostoli.*

C'est du reste à cette brochure que j'ai emprunté toutes les indications qui précèdent et celles qui suivent :

1) Durant toute l'année le courant d'eau de mer n'est jamais interrompu, à moins d'obstruction par les varechs très répandus dans la baie d'Argostoli. Après une année et demie d'observations, le courant n'a pas varié sensiblement.

2) A l'origine des courants dans les fissures, aucun bruit n'est perceptible.

3) Aux fissures du rocher dans la fosse se développent, à l'origine des courants, de nombreuses bulles d'un gaz dégageant une mauvaise odeur. On ne les observe cependant que lorsque la masse d'eau est faible.

4) Une chose à remarquer, c'est que par de nombreuses fentes et crevasses, il s'écoule constamment dans la fosse de l'eau douce, qui semble venir dans une direction opposée à celle de l'eau de mer, et s'écoule dans le sol après le mélange avec celle-ci. Quand l'afflux de l'eau de mer est fermé, l'eau continue à monter dans la fosse de quelques pouces et devient saumâtre. Une petite source d'eau douce s'écoule du rocher dans le canal de la roue, et quand l'eau de mer est complètement arrêtée, en quelques jours l'eau dans la fosse devient douce et se tient à une hauteur de quelques pouces.

5) A l'ouverture de la vanne, l'eau de mer dans le canal a, au milieu, une profondeur de 6 pouces (0^m,1523) qui augmente au moment du flux.

6) A l'arrière de la roue le courant de l'eau est visible pendant 6-7 yards (6^m,398), puis celle-ci disparaît dans les fissures du rocher.

7) L'afflux constant de l'eau élève dans la fosse le niveau jusqu'à 2 pieds (0^m,609) du bord supérieur du canal circulaire de la roue. La hauteur effective de chute est de 3 pieds (0^m,914) ; elle varie avec le niveau de la mer, lequel dépend de la forme et de l'orientation du golfe, du vent régnant et d'après des calculs de M. Stevens elle est rarement inférieure à 2 1/2 pieds (0^m,762).

8) Après la fermeture de la vanne, quand la fosse a été remplie d'eau de mer, le niveau s'abaisse de quelques pouces, puis il reste constant, à la hauteur qu'il atteint par l'afflux de l'eau douce.

9) L'ouverture de la vanne est de 200 pouces carrés (0^{mc}1290) et la vitesse de l'eau dans le canal est de 15 pieds (4^m,572) par seconde. L'ouverture de la vanne introduit un courant de 150 pouces carrés (0^{mc},0966) de section avec une vitesse de 20 pieds (6^m,0958) par seconde dans le canal de la fosse.

10) Le colonel Brown, pour étudier l'écoulement ultérieur de l'eau de la fosse, fit tailler une rigole plus large, mais on n'en put tirer aucune indication. Dans cette rigole artificielle, l'eau se maintenait comme dans la fosse, montant ou descendant de la même façon. On reconnut cependant que, contrairement aux présomptions, l'eau ne s'écoulait pas sous la mer dans une direction inverse à la langue de terre.

11) M. Stevens se trouvait justement dans la fosse quand survint un violent tremblement de terre et il ne put constater aucune influence ni aucun changement.

12) Sur la rive opposée du promontoire se trouvent trois ouvertures par lesquelles l'eau de mer s'écoule dans le sol, et il doit en exister un plus grand nombre.

Ces douze propositions contiennent en traduction presque littérale l'ensemble des observations faites par MM. White, Brown, Lawrence, Stevens et Strickland. Les *Proceedings of geological Society* ne les donnent malheureusement qu'en courts extraits, de telle façon qu'on a pu perdre des indications qui semblaient peu importantes. Quand Mousson, dans l'automne de 1858, visita les moulins, bien des changements avaient été apportés. Le canal avait été élargi à 5,5 pieds (1^m,67) et immédiatement devant la roue l'eau avait une profondeur de 1,2 pied (0^m,365), soit une section de 6,60 pieds carrés (0^{mc},6990). La roue dont le diamètre était de 6 pieds (1^m,824) faisait un tour en 9-10 secondes, ce qui correspond pour l'eau à une vitesse de 3,77 pieds (1^m,49). Il en résultait alors un débit de 2.488 pieds cubes (1^{mc},041) par seconde.

Depuis l'époque de la publication du travail de M. Wiebel, les observations géologiques se sont multipliées à l'infini à la surface du globe ; n'a-t-on pas eu l'occasion de constater quelque phénomène analogue sur d'autres points ?

Le phénomène en soi est une aspiration qui est rendue manifeste surtout dans l'eau, — aussi bien dans l'eau de mer que dans l'eau douce — sur le rivage de la mer ou sur la rive d'un lac et alors l'observation en est facilitée par les corps flottants qui sont attirés, ou bien il peut se produire à sec dans l'atmosphère.

Seulement le phénomène ne présente ce caractère particulier de merveilleux, que lorsqu'il se passe au niveau de la mer, celle-ci étant le niveau inférieur de toutes les eaux du globe.

Les sciences d'observation et de description concernant notre globe, géographie, géologie... ont pris un tel développement qu'il m'a semblé intéressant de soumettre à nos collègues de l'Association cette question que je crois être restée encore inexpliquée, afin de provoquer à son sujet des discussions, recherches ou observations nouvelles pouvant servir à y jeter quelque lumière.

M. L. GENTIL

Préparateur au Collège de France, à Paris.

LE GISEMENT ZÉOLITIQUE DU CAP DJINET (ALGER)

[552.59]

— *Séance du 12 août 1897* —

Le cap Djinet se trouve situé à 90 kilomètres environ à l'est d'Alger, entre l'embouchure de l'Oued Isser et celle de l'Oued Sebaou.

Il fait partie d'un massif volcanique remarqué par les premiers géologues qui ont étudié l'Algérie, mais sur la composition duquel on a été fort longtemps sans être fixé.

M. Delage, dans son travail sur « le Sahel d'Alger » (1) a signalé la zéolitisation d'une roche volcanique du Cap Djinet qu'il considère comme une labradorite augitique. Il reconnaît parmi les zéolites que renferme cette roche deux espèces minérales : la mésotype et la scolécite qu'il distingue par le signe de leur allongement (positif dans le premier cas, négatif dans le second). Il n'indique pas d'autres caractères de ces silicates et n'en donne aucune description. Il insiste seulement sur la pénétration des zéolites à l'intérieur de la roche.

MM. J. Curie et Flamand (2) mentionnent la zéolitisation fréquente et quelquefois profonde des labradorites du Cap Djinet. Ils remarquent des pseudomorphoses de feldspaths de la roche (phénocristaux et microlites) par ces silicates hydratés, mais ils ne donnent aucune détermination spécifique de ces derniers.

J'ai, de mon côté, annoncé de la mésolite et de l'apophyllite (3) diagnostiquées par M. Damour sur des échantillons provenant de cet endroit et recueillis dans les caillasses d'empierrement de la ville d'Alger.

(1) *Thèse de doctorat.* Montpellier 1888, p. 164.

(2) *Etude succincte des roches éruptives de l'Algérie.* Alger 1889, p. 23.

(3) Sur quelques zéolites d'Algérie. *Bul. Soc. Franç. Min.*, t. XVIII, p. 374.

Enfin, mon savant maître M. Lacroix (1) a déterminé sur ces mêmes échantillons, de la mésotype et de l'apophyllite.

J'ai pu réunir l'hiver dernier sur ce gisement minéralogique de nombreux matériaux, dont l'étude fait l'objet de la présente note.

L'exploration du gisement m'a été facilitée par l'extrême obligeance de M. Gauckler, ingénieur des ponts et chaussées, et de M. Bévia, architecte, à qui je suis heureux de pouvoir adresser mes remerciements.

Le massif volcanique du Cap Djinet est assez important. Il s'étend sur une dizaine de kilomètres le long de la côte et s'enfonce à peu près d'autant à l'intérieur des terres.

MM. J. Curie et Flamand ont distingué dans ce massif des andésites, des labradorites, et deux pointements de liparite.

Les labradorites forment la partie occidentale du massif. Leur âge a été déterminé par M. Ficheur (2) qui considère leur émission comme contemporaine de dépôts miocènes (Helvétien).

Les zéolites que j'ai observées se trouvent à l'ouest du massif volcanique.

La presque totalité des échantillons que j'ai recueillis provient des carrières exploitées par MM. Bonamici et Durand, entrepreneurs des caillasses d'empierrement des routes d'Alger. Ces deux carrières sont situées sur le bord de la mer, aux deux extrémités d'une anse de deux kilomètres d'ouverture située un peu à l'E de l'embouchure de l'Oued Isser. Elles sont ouvertes dans des masses volcaniques assez puissantes sous forme de filons ou de coulées.

Des tufs volcaniques accompagnent en assez grande abondance, dans le massif, les filons et les coulées de lave. Une étude détaillée permettrait sans doute de reconstituer la topographie ancienne de ces volcans miocènes, ce que je n'ai pas eu le temps de faire. Ma course rapide m'a seulement permis de me rendre compte de la fréquence des zéolites dans tous ces produits d'origine interne.

I. *Carrière de M. Bonamici.* — Cette carrière est située à l'extrémité orientale de la petite baie du Cap Djinet et entaillée sur un front d'une trentaine de mètres dans un filon de roche volcanique prismée ayant traversé et modifié les marnes calcaires du Miocène inférieur (Cartennien). C'est là que j'ai recueilli, grâce aux soins du personnel de M. Bonamici, la majorité de mes échantillons.

(1) *Minéralogie de la France et de ses Colonies*, t. II, 2e partie.
(2) *Etude géologique de la Grande Kabylie*. Alger 1896.

Etude microscopique de la roche. — La roche ainsi exploitée est une *labradorite augitique* ainsi que l'a déterminé M. Delage (1). C'est une roche compacte de couleur noirâtre plus ou moins foncée.

Elle montre, en plaque mince, au microscope :

Au premier temps de consolidation de grands cristaux d'*augite* englobant, assez souvent, des feldspaths plagioclases (structure ophitique) ; de grands plagioclases assez peu abondants, généralement craquelés, fendillés. Ces feldspaths appartiennent à la série basique ; j'ai déterminé parmi eux du *labrador-bytownite*, de la *bytownite* et de l'*amorthite*. Le plagioclase dominant est le *labradorbytownite*.

La pâte microlitique du deuxième temps est abondante. Elle est constituée par de longs microlites feldspathiques assez basiques appartenant au *labrador* et même au *labrador-bytownite*. Ces microlites sont allongés et dessinent fréquemment la structure fluidale.

Ils sont associés à de très nombreux microlites *d'augite* qui les englobent ou bien se montrent indépendants, et enfin à des microlites de *magnétite* disséminés dans la pâte.

Les produits secondaires sont très fréquents, à tel point que la roche fraîche est exceptionnelle. Ce sont : des produits chloriteux (*delessite*), de la *calcite* et plus fréquemment des *zéolites*. Il y a parfois de véritables pseudomorphoses des minéraux de la roche par les zéolites ; j'ai constaté fréquemment la substitution complète des microlites feldspathiques — dont il ne reste que les squelettes — par de l'analcime ou de l'apophyllite.

Enclave quartzeuse. — J'ai observé une enclave de quartz dans cette labradorite. Elle est grosse de 6 cent. et se montre à l'œil nu ou à la loupe entourée d'une couronne de cristaux d'augite disposés normalement à sa paroi. Elle est en outre traversée par des filonnets atteignant 5 à 6 $^{m}/_{m}$ d'épaisseur formés par le même minéral disposé de la même façon.

Au microscope le quartz se montre craquelé, étonné, fondu dans les fissures et sur ses bords. Le verre résultant de sa fusion est incolore et montre par place des inclusions gazeuses. Ailleurs on voit qu'il a subi un commencement de recristallisation sous forme de fibres très fines, d'allongement positif, irrégulièrement enchevêtrées ou groupées en sphérolites. On peut voir également par un examen attentif, en divers points de cette substance isotrope, des cristallites d'augite qui marquent le premier stade du développement des grands

(1) Loc. cit.

cristaux d'augite que nous venons de signaler. Ces derniers se montrent toujours noyés dans le quartz fondu ou recristallisé. Il constitue un pyroxène avec clivage ; il est à peine coloré en gris.

La bordure d'augite ne forme pas toujours à elle seule la limite de séparation de l'enclave quartzeuse et de la lave basique. Le plus souvent, en effet, cette bordure est suivie d'une zone de grands cristaux de feldspath également cimentés par du verre fondu ou recristallisé, et associés à du pyroxène. Ce feldspath est généralement de l'*andésine ;* il est de cristallisation secondaire et témoigne de l'action endomorphe de l'enclave sur la lave basique qui l'a emprisonnée.

La description ci-dessus répond en tous points à l'étude qui a été faite de ces sortes d'enclaves *enallogènes dans les roches basaltoïdes* par M. Lacroix (1).

L'enclave quartzeuse de la labradorite du Cap Djinet paraît avoir été empruntée aux veines de quartz gras si nombreuses dans les schistes anciens de la Grande Kabylie, schistes anciens qui forment le substratum des terrains tertiaires de la région.

2° *Enclaves calcarifères.* — Bien que je n'aie pas observé directement d'enclaves de cette nature dans la labradorite du Cap Djinet, il semble bien qu'elles aient été très abondantes dans les filons exploités par M. Bonamici.

Le mode de gisement des zéolites déposées dans cette roche m'a paru, au premier abord, assez singulier. Ces silicates hydratés se montrent, en effet, presque toujours en masses irrégulières atteignant la grosseur du poing, *au cœur de la roche volcanique.* (Plus rarement on les voit réunis en petits filonnets provenant du remplissage des fissures). Or, il est impossible d'admettre que ces nodules zéolitiques se soient formés dans des cavités préexistantes de la roche, dans des druses de la labradorite. Cette roche, en effet, est très compacte et ne montre de cavités bulleuses que sur les parois du filon volcanique, au contact de ses salbandes. Il faut donc, de toute nécessité, admettre des cristallisations locales, par substitution, des silicates hydratés. Or, comment supposer, en ce cas, que cette substitution ait uniquement porté, en divers points, sur une petite portion de la roche volcanique elle-même ? On ne s'expliquerait pas, dans cette hypothèse, comment les nodules de zéolites sont isolés dans le filon de labradorite, sans relations de l'une à l'autre.

(1) *Les Enclaves des roches volcaniques.* Mâcon 1893, p. 17 et suiv.

Il semble plus simple d'admettre que cette épigénie ait porté sur des corps étrangers englobés dans la roche filonienne ; sur des enclaves solubles ou facilement désagrégées sous l'action des eaux minérales qui ont déposé les silicates hydratés.

Cette manière de voir semble pleinement confirmée par la présence — dans beaucoup de ces nodules zéolitiques — de certains minéraux qu'il est très difficile de considérer comme contemporains, comme déposés par la même action hydrothermale que les zéolites.

Ces minéraux sont : un *pyroxène vert*, un *grenat* et de la *wollastonite*. Ils se montrent toujours plus abondants — et quelquefois exclusivement — à la périphérie des nodules de zéolites. Ils forment comme une bordure autour de ces petites masses minérales, à leur contact avec la roche volcanique qui les englobe. Les zéolites sont nettement postérieures à ces minéraux qui se montrent quelquefois isolés au milieu d'elles.

Le pyroxène est, parmi eux, le plus abondant. Il se présente souvent en grains arrondis, très petits, recouvrant de grandes plages de la préparation et formant toute une bordure autour de la masse zéolitique : ce sont des microlites ou des cristallites. Plus rarement, ce pyroxène constitue de beaux cristaux visibles à l'œil nu, atteignant jusqu'à $3^{m}/^{m}$ de longueur, à clivage m (110) caractéristique et montrant les faces m (110), h^{1} (100), g^{1} (010), $b^{1/2}$ (111).

Ces cristaux possèdent un polychroïsme sensible d'un beau vert suivant n_g, jaune verdâtre n_p.

Ils sont quelquefois disposés en faisceaux normalement à la paroi de la roche volcanique englobante.

Le grenat est également assez abondant. Il est presque toujours visible à l'œil nu ; il a la forme du dodécaèdre rhomboïdal b^{1} (110) ; ses cristaux ont 1 à $2^{m}/^{m}$ en moyenne ; exceptionnellement j'ai observé un cristal de $8^{m}/^{m}$. Ce grenat est brun extérieurement ; d'un beau jaune clair en plaque mince. Il montre quelquefois des anomalies optiques.

Enfin la wollastonite est, de ces trois minéraux, le moins fréquent. Il n'a pas de forme extérieure. Il se montre en cristaux incolores, allongés, avec angle d'extinction élevé, à clivage bien marqué ; à biréfringence un peu plus élevée que celle de la mésotype, à réfringence également plus élevée et à bissectrice aiguë négative n_p.

Ces trois minéraux forment une association grenue ; ils ont cristallisé simultanément. Tantôt le grenat entoure le pyroxène, tantôt c'est l'inverse qui a lieu. La wollastonite paraît également avoir cristallisé en même temps que le pyroxène : une plage de ce dernier minéral englobe des baguettes allongées, à section octogonale, dépour-

vues; ou à peu près, de biréfringence. J'ai songé tout d'abord à des cristaux d'apophyllite de consolidation antérieure à celle du pyroxène; mais un examen attentif m'a permis une interprétation tout autre. Le pyroxène a toujours précédé la formation des zéolites; la forme du prisme octogonal est celle de cristaux de wollastonite qui ont. pour la plupart, été épigénisés par de l'apophyllite ou de l'analcime, Ainsi s'explique l'anomalie; on a, en réalité, une association *ophitique* de pyroxène et de wollastonite.

Le pyroxène vert, le grenat et la wollastonite des nodules zéolitiques de Djinet rappellent en tous points — tant par leur spécification que par leur association et leur distribution périphérique — les modifications subies par les enclaves calcaires des basaltes d'Aubenas (Ardèche), étudiées par M. A. Lacroix (1).

Sa description rappelle nettement, par les minéraux développés au contact du basalte et du calcaire, la bordure périphérique de beaucoup de nodules zéolitiques du Cap Djinet; elle indique le développement, à ce contact, de pyroxène souvent granulaire, de wollastonite et de grenat. Bien mieux, certains échantillons examinés par M. A. Lacroix, lui ont montré une zéolitisation subséquente de l'enclave calcaire ainsi modifiée et le développement, aux dépens de cette enclave, de thomsonite, de mésotype dont nous constaterons plus loin l'abondance dans le cas qui nous occupe.

Il semble donc bien, d'après ce qui précède, que les nodules zéolitiques de la labradorite du Cap Djinet doivent être considérés, au moins pour la plupart d'entre eux, comme résultant de l'action subséquente des émanations qui ont suivi l'éruption volcanique de Djinet, sur des enclaves calcaires ou calcarifères emballées par le filon éruptif.

Je n'ai pas recueilli d'échantillons qui me donne une confirmation positive de cette interprétation; mais l'étude détaillée qu'a consacrée M. Lacroix à ce point particulier du métamorphisme des roches volcaniques ne paraît pas laisser le moindre doute à cet égard.

Les enclaves de Djinet peuvent provenir, soit de bancs calcaires situés en profondeur, soit plutôt des marnes du miocène inférieur (Cartennien) directement traversées par le filon de labradorite. Ces marnes sont fortement chargées de calcaire.

Zéolites. — On voit, par ce qui précède, quel est le mode principal de gisement des zéolites qui nous occupent.

Ces minéraux forment des nodules dont la grosseur peut atteindre

(1) *Les Enclaves des roches volcaniques*, p. 144 et suiv.

celle du poing (10 cent. au maximum) et qui sont englobés dans la roche volcanique.

On rencontre aussi, dans cette roche, de petits filonnets de ces silicates qui forment le remplissage de fissures de retrait ou de dislocation.

Enfin, plus rarement encore, les zéolites sont logées dans des cavités bulleuses de la roche scoriacée. Ce cas ne se rencontre qu'à la partie superficielle du filon volcanique, au contact de ses salbandes; partout ailleurs la roche étant très compacte.

D'une manière générale, ces silicates hydratés sont dépourvus de forme extérieure. Les cristaux libres sont excessivement rares.

J'ai reconnu parmi ces zéolites : la *mésotype*, la *thomsonite*, l'*apophyllite* et l'*analcime*.

Les trois premiers de ces minéraux sont presque toujours associés, aussi leur diagnostic n'est guère possible que par l'étude optique de plaques minces taillées dans les nodules zéolitiques. Des essais microchimiques permettent souvent une précieuse confirmation de l'étude microscopique.

Mésotype. — La mésotype est la zéolite la plus abondante du gisement. Elle constitue des aiguilles généralement très fines pouvant dépasser 1 cent. de longueur et réunies en faisceaux rayonnants, en sphérolites serrés les uns contre les autres.

Ce minéral a une apparence opaque, d'un blanc de porcelaine, exceptionnellement il est coloré en rose par de l'oxyde de fer. Il suffit pour le caractériser d'examiner deux plaques minces, l'une dirigée suivant un plan diamétral du sphérolite, l'autre perpendiculaire à la direction des fibres. La première montre des baguettes à allongement positif, à extinction suivant l'allongement, à biréfringence moyenne. La deuxième montre des sections sensiblement carrées formées par les faces m (110) du minéral; ces sections sont perpendiculaires à une bissectrice aiguë positive (n_g) correspondant à un angle des axes (2V) de 60° environ. Enfin, dans cette section, la trace du plan des axes coïncide avec la petite diagonale (face g^1 010).

Les aiguilles de mésotype sont variables d'épaisseur, depuis 1/2 $^{m}/_{m}$ jusqu'à 0. Elles sont plus ou moins enchevêtrées et d'autant plus serrées qu'on se rapproche du centre du sphérolite. A leur extrémité libre, elles viennent s'entrelacer avec les aiguilles d'un sphérolite voisin du même minéral, ou de thomsonite; ou bien elles sont noyées dans de l'apophyllite.

J'ai constaté quelquefois de la calcite en mince pellicule autour des aiguilles de mésotype, et le tout englobé par de l'apophyllite. Quel-

quefois les aiguilles de mésotype se montrent à l'œil nu ou à la loupe noyées dans une masse moins vitreuse ; j'ai examiné un échantillon de ce genre à l'aide de deux plaques minces. La plaque transversale aux aiguilles m'a montré des prismes de mésotype souvent maclés sur la face *m* (110), deux par deux, ou trois par trois. le tout noyé dans un réseau, à mailles à peu près rectangulaires, de fines lamelles s'éteignant entre les deux nicols dans deux directions à peu près perpendiculaires. La substance de ce réseau a la même réfringence que les baguettes de mésotype. Il faut donc attribuer ce réseau à des lamelles excessivement fines groupées en très grand nombre par rotation de 90° autour de l'axe principal. Ces macles microscopiques ont été mises en évidence par M. Lacroix (1).

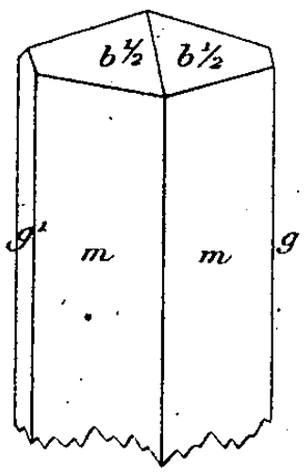


FIG. 1.

La mésotype existe encore, dans le gisement qui nous occupe, en aiguilles libres. Elle y est cependant excessivement rare à cet état. C'est ainsi que j'ai recueilli un échantillon de la roche volcanique offrant une cavité de plusieurs centimètres sur les parois de laquelle j'ai trouvé de petits sphérolites hérissés d'aiguilles m(110) g^1(010) avec le pointement $b^{1/2}$(111) (*fig. 1*).

Thomsonite. — La thomsonite se montre comme la mésotype en baguettes réunies en sphérolites. Elle est également abondante dans le gisement.

Il est impossible de distinguer ces deux minéraux à l'œil nu ou à la loupe, d'autant plus qu'un même sphérolite les renferme quelquefois tous deux.

La thomsonite est néanmoins très facile à caractériser par l'examen optique de plaques minces taillées parallèlement à ses fibres. Celles-ci se distinguent en effet de la mésotype par leur biréfringence beaucoup plus grande et leur allongement tantôt positif, tantôt négatif. De plus, dans la thomsonite le plan des axes optiques est transversal et la bissectrice aiguë (n_g) perpendiculaire à l'allongement. Ces caractères distinguent nettement ce minéral de la mésotype avec laquelle elle n'a de commun que l'extinction longitudinale.

Les deux figures ci-dessous montrent la disposition des axes de la thomsonite par rapport aux sections h^1 (100) et g^1 (010).

(1) *Bulletin Soc. franç. de Minéralogie*, t. XIX, p. 424.

L'allongement négatif dans les sections h^1 (100) *(fig. 2 et fig. 3)* explique l'erreur du diagnostic qui a été faite sur ce minéral, qui a été confondu avec la *scolécite*, mais cette dernière diffère par d'autres caractères, entre autres par un angle d'extinction notable.

Dans les sphérolites de thomsonite de Djinet, l'extrémité des fibres est englobée soit dans de l'apophyllite, soit dans de l'analcime. Cette dernière association se rencontre fréquemment dans d'autres gisements.

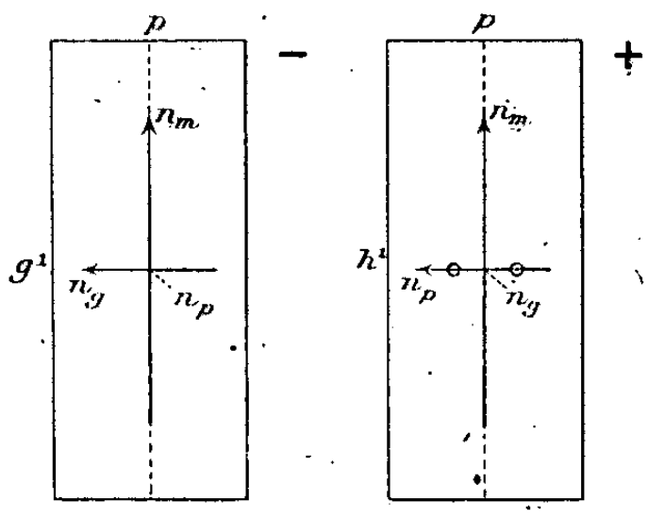


Fig. 2.

Fig. 3.

Le minéral qui nous occupe est très rare en cristaux libres. J'ai cependant observé dans une petite cavité de la roche de petits cristaux très minces, longs de $^1/_2$ m/m sur $^1/_{10}$ de largeur. C'est de la thomsonite aplatie sur la face g^1 (010). Ces lamelles montrent une bissectrice aiguë positive (n_g) avec un angle des axes (2V) de 50° environ. Ces cristaux possèdent le clivage p (001). La biréfringence de ces lamelles examinées à plat paraît assez faible d'une part à cause de leur très petite épaisseur, d'autre part parce qu'elles sont perpendiculaires à la bissectrice aiguë et que l'angle des axes est relativement faible.

Un examen microchimique a d'ailleurs confirmé cette détermination en indiquant la prédominance de la chaux accompagnée de soude et pas trace de potasse dans le minéral en question.

Apophyllite. — L'apophyllite du Cap Djinet a été signalée pour la première fois par M. Damour (1). M. A. Lacroix l'a citée dans sa Minéralogie (2)

Ce minéral est assez abondant dans la labradorite exploitée pour caillasses d'empierrement. Il se montre associé à la mésotype et la thomsonite fibreuse en petites masses qui se distinguent de ces dernières par leur clivage facile et nacré suivant p (001) et par une translucidité qui tranche avec l'apparence laiteuse des zéolites fibreuses. Ces masses lamellaires ont quelquefois plusieurs centimètres de dimensions, mais le plus souvent les autres silicates qui l'accompa-

(1) Loc. cit.
(2) Loc. cit.

gnent dominent. Elles sont rarement altérées et peuvent être confondues, en ce cas, avec de la calcite lamellaire et de la laumonite.

En plaques minces, ce minéral se montre en plages avec teintes de polarisation excessivement faibles. Le clivage *p* (001) se montre quelquefois très marqué. Bien que cette zéolite ne puisse être confondue, à l'œil nu, avec l'analcime, il est souvent plus difficile de la distinguer au microscope polarisant. On peut toujours y arriver cependant par la comparaison de la réfringence (procédé Becke) de ces deux minéraux avec un cristal de mésotype.

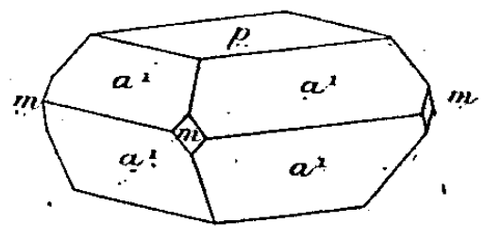


FIG. 4.

Les cristaux d'apophyllite à forme extérieure sont extrêmement rares dans le gisement qui nous occupe. Un seul échantillon m'a offert quelques cristaux de 2 à 3$^{m}/_{m}$ réunis dans une petite cavité de la roche volcanique. Ce sont des cristaux plus ou moins aplatis sur la face *p* (001) qui domine avec les faces a^1 (101). Les faces *m* (110) se montrent également, mais très réduites. Les faces a^1 sont striées parallèlement à l'arête de la zone $p\,a^1$ (001-101). Un cristal de 2$^{m}/_{m}$ 1/2 de longueur m'a donné les mesures suivantes :

	Angles mesurés.	Angles calculés.
$p\,a^1$	119° 12′	119° 28′
a^1a^1 sur p	58° 47′	58° 56′
ma^1	128° 2′	128° 2′
pm	89° 30′	90°

La figure ci-dessus représente la forme de ce cristal et le développement relatif de ses faces *(fig. 4)*.

Analcime. — L'analcime est assez rare dans la roche volcanique exploitée au Cap Djinet. Je l'ai trouvée à la partie supérieure du filon éruptif, en petites masses vitreuses remplissant des cavités bulleuses de la roche scoriacée en cet endroit.

Les nodules d'analcime ont 2 à 6$^{m}/_{m}$ de diamètre.

Ce minéral montre une biréfringence excessivement faible. Bien qu'il puisse, au microscope, être confondu avec l'apophyllite, il s'en sépare nettement à l'œil par son aspect vitreux et l'absence de clivage nacré. D'autre part, un essai microchimique montre qu'il est exclusivement sodique, il ne renferme pas trace de chaux ni de potasse. Il n'offre généralement pas de forme géométrique par suite du remplis-

sage intégral de la cavité bulleuse qu'il occupe, mais sous le choc, ce minéral montre fréquemment, en outre de sa cassure vitreuse, des plans de séparation à stries parallèles. Ces plans représentent les faces extérieures de cristaux empilés. J'ai trouvé sur un échantillon. dans une petite cavité, de petits cristaux d'analcime de 2 à 3$^{m}/^{m}$ à faces nettes, très brillantes : ce sont les faces du trapézoèdre a^{2} (211).

Ce minéral se montre en outre quelquefois associé à de petits sphérolites de thomsonite.

Aux zéolites que je viens de décrire se trouvent presque toujours associés dans le gisement qui nous occupe, d'autres minéraux secondaires, parmi lesquels j'ai reconnu de la *calcite*, des *chlorites* et des *sulfures métalliques*.

La *calcite* est assez fréquente. Elle se montre en plages irrégulières dans la labradorite et également dans les nodules zéolitiques.

Elle est assez rarement pourvue de forme extérieure ; j'ai quelquefois rencontré cependant, des rhomboèdres et des scalénoèdres de ce minéral.

Les *chlorites* sont relativement abondantes et peuvent se distinguer èn chlorite verte et chlorite blanche.

La *chlorite verte* est souvent disséminée au milieu des nodules de zéolites, de même qu'elle a envahi la roche qui renferme ces nodules. Elle se montre en cristaux microscopiques disséminés recouvrant quelquefois dans les préparations des plages étendues.

Elle est difficile à caractériser et peut appartenir à deux et même plusieurs espèces minérales. J'ai reconnu avec certitude la *delessite*. Cette chlorite entoure ou épigénise les pyroxènes verts des enclaves calcarifères ; on l'observe également en fibres positives à biréfringence assez élevée réunies en sphérolites microscopiques autour des cristaux de galène.

La *chlorite blanche* constitue une substance nacrée, lamellaire, en masses ayant quelquefois plusieurs centimètres. Elle est parfois très légèrement colorée en vert. Ses lamelles sont généralement froissées, comprimées les unes contre les autres. Examinées à plat au microscope, elles montrent en lumière convergente un axe optique négatif ; quelquefois la croix se disloque légèrement. ce qui correspond à deux axes optiques très rapprochés. ($2V = 5°$ au maximum). Ce minéral rappelle la chlorite blanche que j'ai signalée à Bou Serdoun (Constantine) dans les druses d'une andésite quartzifiée, renfermant en outre de magnifiques cristaux d'apophyllites (1).

(1) L. Gentil, Sur un gisement de datolite en Algérie, *Bullet. Soc. franç. Minéral.* 1894, p. 85.

Les *sulfures métalliques* sont assez fréquents. Ils se montrent en cristaux de petites dimensions ayant toujours moins de $1^{m}/^{m}$. Ils sont contemporains des zéolites au milieu desquelles ils se trouvent empâtés. Ils ont été formés simultanément par les eaux minérales qui ont déposé tous ces silicates hydratés.

Ces sulfures sont : la *pyrite*, la *chalcopyrite* et la *galène*.

La *pyrite* se montre sous la forme du cube *p*.

La *chalcopyrite* constitue de petits cristaux qui se distinguent à première vue, par leur éclat et leur cassure, des cristaux de pyrite. Leur couleur est d'un jaune verdâtre mat, tandis que la pyrite possède un éclat plus vif et plus blanc. Ce sulfure affecte la forme du sphénoèdre $^{1}/_{2}b^{1/2}$ ce qui le distingue encore de la pyrite avoisinante. Des essais microchimiques m'ont d'ailleurs permis de confirmer ce diagnostic : le minéral est attaquable par l'acide azotique en donnant une liqueur verte qui précipite de l'hydrate de fer par l'ammoniaque, laissant de l'eau céleste ; cette dernière liqueur filtrée, donne par le ferrocyanure de potassium le précipité caractéristique du cuivre.

La *galène* est en petits cristaux généralement aplatis, avec clivages faciles et brillants, qui peuvent être confondus par leur éclat, à cause de leur exiguïté, avec des lamelles d'oligiste. Mais les plaques minces taillées dans les nodules zéolitiques qui les renferment, montrent un corps absolument opaque, un peu gris par réflexion, n'offrant pas même dans les sections les plus minces la transparence et la couleur de l'oligiste. D'ailleurs l'essai microchimique suivant ne peut laisser le moindre doute sur la nature de ce minéral : j'ai attaqué par une goutte d'acide azotique une fine lamelle de la substance sur une lame de verre, j'ai ajouté ensuite une goutte d'acide chlorhydrique ; par évaporation il s'est formé de magnifiques aiguilles orthorhombiques de chlorure de plomb.

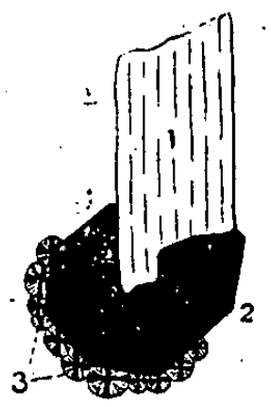


FIG. 5.
1. Pyroxène vert.
2. Galène.
3. Delessite.

Ces cristaux de galène montrent quelquefois, au microscope, une bordure de chlorite verte (delessite) en fibres groupées en sphérolites ; ils sont quelquefois moulés sur les pyroxènes verts des enclaves calcarifères *(fig. 5)*.

II. *Carrière de M. Durand.* — La deuxième carrière est située à l'extrémité orientale de la petite anse du Cap Djinet. Elle est entaillée sur un front vertical de 30 mètres de hauteur environ, dans une épaisse coulée reposant sur les marnes du Miocène inférieur (Cartennien) qui ont été modifiées au contact.

Un peu plus au sud, cette coulée est encadrée dans des tufs volcaniques. La roche exploitée a la même composition minéralogique et la même structure que celle de la première carrière. Elle diffère cependant de celle-ci, par un cassage plus difficile, ce que j'attribue à une altération plus grande : les produits chloriteux y sont plus abondants que dans la labradorite de la carrière de M. Bonamici.

Par contre, les zéolites sont beaucoup moins fréquentes. Ces silicates se montrent assez rarement sous forme de nodules dans lesquelles j'ai reconnu : la *mésotype* et la *thomsonite* fibreuses, l'*apophyllite* lamellaire.

Ce qui m'a paru moins rare dans ce gisement, ce sont des fissures très minces sillonnant la roche et remplies d'une poudre d'un blanc éclatant qui paraît amorphe à l'œil nu, mais que l'on peut résoudre déjà à la loupe en aiguilles excessivement fines. L'examen microscopique de ces aiguilles montre qu'elles appartiennent à la *mésotype*.

Zéolites des tufs volcaniques. — Les minéraux dont il a été question jusqu'ici se trouvent, comme nous l'avons dit, dans la labradorite massive qui forme les coulées et les filons du Cap Djinet. Les zéolites ne sont pas exclusivement localisées dans cette roche ; elles se retrouvent également et parfois en abondance dans les tufs volcaniques qui forment des couches épaisses dans le massif éruptif.

J'ai constaté, en outre, l'existence des mêmes silicates dans les marnes miocènes qui forment le substratum du volcan labradoritique.

Les zéolites se rencontrent un peu partout dans les tufs volcaniques de Djinet. J'ai rencontré cependant, au cours de mes explorations rapides, deux points qui m'ont paru plus particulièrement riches et sur lesquels je désire donner quelques détails.

III. *Tufs de la ferme Garnier.* — Au-dessus de la carrière de M. Bonamici, près de la ferme Garnier, se trouvent de grosses pierres d'appareil qui ont été entaillées dans les tufs. Ces pierres sont disséminées à la surface du sol et souvent accompagnées de débris de poteries, de pièces de monnaie qui indiquent leur origine : elles appartiennent à des ruines romaines. Elles proviennent de carrières encore visibles situées à quelques centaines de mètres de là et qui ont été ouvertes dans les tufs par les Romains.

Ces tufs sont formés de lapilli et de cendres agglomérées en une roche assez résistante. Ces produits sont accompagnés de cristaux d'*augite* et de *hornblende*. Ils sont très altérés, fortement chloritisés en un produit verdâtre. Les nombreux vides laissés entre les éléments

de ces tufs sont fréquemment remplis de zéolites parmi lesquelles domine une zéolite lamellaire, à clivage nacré, la *stilbite*.

Ce minéral peut être caractérisé tant par ses propriétés optiques que par un essai microchimique qui m'a montré la prédominance de la chaux avec peu de soude.

La stilbite est de beaucoup la plus abondante des zéolites de ces tufs volcaniques. Elle abonde quelquefois au point de donner à la roche un facies particulier. Elle est presque toujours accompagnée d'autres silicates de la même famille, parmi lesquels j'ai reconnu de magnifiques petites aiguilles de mésotype, de la thomsonite en petits cristaux libres aplatis sur g^1 (010) et de jolis petits cristaux d'*analcime* à facettes brillantes a^2 (211).

J'ai observé les mêmes minéraux dans des tufs analogues provenant d'un point situé un peu au sud de la carrière de M. Durand, mais que je n'ai pas eu l'occasion de visiter.

IV. *Tufs de Mazer*. — Le massif labradoritique du Cap Djinet se prolonge vers l'est bien au-delà des carrières exploitées pour l'empierrement des routes d'Alger. En suivant la côte dans cette direction à partir de la petite baie on peut observer l'important développement des coulées et des tufs volcaniques sur plusieurs kilomètres. Partout ces produits d'origine interne montrent des traces de zéolites. Mais l'exploration que j'ai dû consacrer à cette partie du massif a été d'autant plus rapide que l'absence totale de travaux publics (routes, voies ferrées, carrières, etc.), dans cette région, ne permet pas une recherche fructueuse de ces minéraux délicats, facilement altérables.

J'ai pu constater, néanmoins, l'abondance de ces silicates hydratés en plusieurs points, notamment un peu à l'ouest du village arabe de Mazer, sur le chemin qui mène de la petite baie de Djinet à ce village. On trouve en cet endroit des tufs volcaniques traversés par des filonnets d'*analcime* en trapézoèdres a^2 (211) de 3 à $4^{m/m}$.

Ces cristaux sont accompagnés de rhomboèdres de calcite, ils sont quelquefois complètement empâtés par ce carbonate.

On trouve également l'analcime, en ce point, dans une coulée de lave très altérée.

Immédiatement au-dessous du village arabe se montrent des filonnets de *stilbite* traversant les tufs et les coulées, mais en moins grande abondance que dans le gisement précédent.

De plus, des scories labradoritiques sont complètement imprégnées de zéolites fibreuses et de calcite qui donnent à cette roche l'apparence d'un *spilite*.

Une plaque mince taillée m'a permis de constater parmi ces zéolites la *mésotype* et la *thomsonite*. Ces deux minéraux remplissent intégralement les vacuoles de la scorie sous forme de baguettes réunies en faisceaux radiés ; la thomsonite se montre également en cristaux plus gros distribués sans ordre dans la cavité. La calcite forme des plages irrégulières.

La roche qui renferme ces minéraux est très altérée. On peut encore y reconnaître, cependant, des microlites feldspathiques et quelques grands cristaux d'augite. Quant aux cristaux de feldspaths du premier temps de consolidation ils ont totalement disparu, épigénisés par les zéolites fibreuses que je viens de signaler. On peut observer au microscope des pseudomorphes superbes de ces grands plagioclases par les silicates secondaires.

L'étude qui précède montre l'étendue du gisement zéolitique du Cap Djinet. Cette région volcanique nous réserve sans doute pour l'avenir de belles richesses minéralogiques, si la colonisation continue à s'étendre dans cette petite partie de l'Algérie. Il est à remarquer, en effet, que la majorité des échantillons dont l'étude fait l'objet de cette note provient des carrières qui sont exploitées au bord de la mer ; partout ailleurs il n'y a pas trace de travaux qui permettent une récolte fructueuse de ces silicates très fragiles.

Il est à souhaiter, à notre point de vue, que des tranchées nouvelles soient faites dans le sol par les travaux publics et l'exploitation agricole.

En outre, un intérêt pétrographique s'attache à l'étude des zéolites de la roche exploitée pour les caillasses d'empierrement par suite de leur mode spécial de gisement, leur formation aux dépens d'enclaves calcarifères.

M. Henri JUMELLE

Professeur-Adjoint à la Faculté des sciences de Marseille.

L'OKOUENDÉ N'GOWA, LIANE A CAOUTCHOUC DU FERNAN-VAZ

[580 - 678]

— *Séance du 6 août 1897* —

Nous avons déjà décrit ailleurs (1) une liane à caoutchouc du Fernan-Vaz, le *Landolphia Foreti*, connu au Congo sous le nom de *N'djembo*. La plante dont nous nous occupons aujourd'hui dans cette note a été, comme la précédente, adressée au Musée colonial de Marseille par M. Foret, administrateur du Fernan-Vaz, et provient de la même région.

Le tronc de l'*Okouendé n'gowa* (qui, en idiome n'coumi, signifie *queue de porc*) peut atteindre un assez fort diamètre; le musée de Marseille en possède un fragment qui mesure 7 centimètres d'épaisseur. La section du bois est rougeâtre ; l'écorce, brun rouge également, et épaisse de 8 millimètres, est subéreuse, à surface écailleuse.

Les rameaux sont glabres, brun-noirâtre, couverts de lenticelles jaunes, punctiformes, et sont soutenus par de fortes vrilles axillaires ramifiées. Les feuilles, dont le sommet est arrondi ou terminé par un mucron, sont ovales oblongues ; les plus grandes ont en moyenne 28 centimètres de longueur sur 15 centimètres de largeur, avec un pétiole glabre d'un centimètre environ. Elles sont dépourvues de poils, coriaces, luisantes à la face supérieure, mates inférieurement ; elles ont 7 à 9 fortes nervures secondaires, très saillantes en dessous, courbées, et s'insérant obliquement sur la nervure médiane. L'ensemble des nervures marginales ne forme pas un ourlet aussi net que chez le *N'djembo*.

Anatomiquement, tige et feuilles n'offrent pas de différences bien nettes avec les organes correspondants du *Landolphia Foreti* : les

(1) H. JUMELLE : *Le N'djembo, liane à caoutchouc du Fernan-Vaz* (C. R. Acad. des Sciences, 28 juin 1897). — *Sur la structure et la germination du Landolphia Foreti sp. nov.* (Annales de la Faculté des Sciences de Marseille, 1897).

laticifères sont localisés de même ; les cellules du parenchyme de la tige renferment cette même substance brune dont nous avons indiqué les réactions dans les notes précédentes ; la région péricyclique présente aussi un grand nombre de fibres cellulosiques. Dans la nervure médiane de la feuille, le système libéro-ligneux forme un anneau fermé, avec tubes criblés internes, et sans sclérenchyme péridesmique.

Les fleurs de l'*Okouendé* sont petites, rappelant un peu, par leurs dimensions, celles du lilas ; elles sont blanches et sans odeur.

Le fruit, qui mûrit de janvier à mars, est une baie à surface brune à l'état sec ; beaucoup moins volumineux que celui de *N'djembo*, il a une forme ovoïde et mesure, en moyenne, 8 centimètres de longueur sur 7 centimètres de largeur. Le péricarpe a une épaisseur de 1 centimètre ; caractère important si on le compare à celui du *L. Foreti*, il est à structure homogène et ne présente pas cette zone de granules scléreux que nous avons signalée dans l'autre plante.

Les graines, au nombre de 20 à 25 par fruit, sont semblables, comme grosseur, comme forme et comme composition, à celles du *N'djembo* ; leur tégument porte les mêmes poils, qui constituent la pulpe de la baie.

Par tous les caractères que nous venons d'énumérer, l'*Okouendé n'gowa* paraîtrait rentrer très nettement dans le genre *Landolphia* ; il en a la forme et l'aspect du fruit, la structure de la graine, l'anatomie de la tige et de la feuille. Et il se rapprocherait surtout du *Landolphia Senegalensis* Radlk. (*Vahea senegalensis* D C), si l'on se reporte à la description de cette espèce donnée par Dewèvre.

Mais les fleurs nous manquant, il était imprudent d'affirmer ce rapprochement. Et en effet M. L. Pierre, qui a fait récemment une revision des *Landolphia* et genres voisins, et à qui nous avons soumis les échantillons, nous écrit : « L'*Okouendé n'gowa* est certainement une espèce nouvelle de *Carpodinus*, voisine de mes *Carpodinus Klaineana*, *rufonervis*, *Griffoniana*. »

Pour ne pas s'étonner de l'opinion du distingué botaniste, qui place ainsi dans le genre *Carpodinus* une plante dont la graine est albuminée, il est nécessaire de se rappeler que M. L. Pierre avait d'abord créé un genre *Commidodia* pour ces espèces qui sont très voisines des *Carpodinus*, mais qui s'en distinguent par leurs graines albuminées. Puis, ayant observé depuis, chez de vrais représentants de ce dernier genre, un abondant albumen, l'auteur a modifié sa première manière de voir, et les *Commidodia* ne sont plus, pour lui aujourd'hui, qu'une section — peut-être provisoire — des *Carpodinus*.

C'est donc dans ce genre que nous placerons, comme espèce nouvelle de la section Commidodia, à côté des *C. Klaineana* et *rufonervis*, l'*Okouendé n'gowa* (1).

Nous allons maintenant donner sur le produit de cette liane quelques indications que nous croyons nouvelles. Nous comparerons les principales propriétés de ce produit de l'*Okouendé* à celles des caoutchoucs et des latex d'autres lianes, que nous avons examinées en même temps. Nous ne pouvons, pour le moment, désigner la plupart de ces lianes que sous leurs noms indigènes du Fernan-Vaz, leur étude botanique n'étant pas terminée; il n'est pas douteux, toutefois, que toutes appartiennent aux genres voisins *Landolphia*, *Carpodinus* et *Clitandra*.

Contrairement au latex du *N'ajembo*, le lait qui s'écoule du tronc de l'*O'kouendé* ne paraît pas coaguler spontanément. Nous avons reçu, à des époques différentes, deux litres de ce lait. A chaque envoi, tandis que le latex du *N'djembo*, comme celui des lianes *Loni*, *Gnongo*, *Bouela*, s'était transformé dans la bouteille en un coagulum cohérent, élastique, nageant dans le sérum dont il s'était séparé, les globules du latex d'*Okouendé*, comme ceux de *Gambo n'sina*, se sont bien encore séparés du sérum, mais se sont réunis en une masse dépourvue de toute élasticité, cassante et friable.

Chez l'*Okouendé*, cette masse cassante et friable a une coloration rose pâle et dégage une odeur assez agréable, rappelant un peu celle de la vanille. Ce fait distingue bien encore le produit de l'*Okouendé* de ceux du *N'jembo*, de l'*Ivogué*, du *Bouela*, du *Gnongo*, ou de l'*Iganda*. Les laits de toutes ces lianes sont blancs et exhalaient, quand nous les avons reçus, une odeur nauséabonde de matières albuminoïdes fermentées. Dans l'*Okouendé*, comme dans le *Loni* (où le latex a coagulé, mais a la même coloration rosée), cette odeur de fermentation est très faible, et masquée presque complètement par l'odeur agréable qui prédomine.

D'après M. Foret, le caoutchouc d'*Okouendé* est considéré comme de qualité supérieure. Nous croyons devoir apporter sur ce point quelques réserves, nous appuyant sur les deux faits suivants :

En premier lieu, on peut déjà remarquer, en touchant le produit, qu'il adhère assez fortement aux doigts ; et pour déterminer exactement la proportion de substance résineuse ou visqueuse qu'il renferme, nous avons eu alors recours au procédé qui, d'après nos recherches, nous semble le meilleur.

(1) Depuis la communication de cette note, M. Pierre a nommé l'Okouendé n'gowa : *Carpodinus Foretiana* (Note ajoutée pendant l'impression).

Une quantité déterminée de caoutchouc est traitée par la benzine. On obtient ainsi, comme on sait, non pas une véritable solution, mais un liquide blanc, trouble, dans lequel le caoutchouc est à un état de gonflement considérable et qui peut filtrer tel quel. Or, si à ce liquide on ajoute une quantité à peu près égale d'alcool, le caoutchouc proprement dit se rassemble en un coagulum élastique, mais la substance visqueuse reste dissoute. Par filtration, on obtient un liquide clair qui, évaporé, abandonne la résine sous forme de petits granules blancs semblables à ceux que nous avons mentionnés autrefois en décrivant le latex du *Sakharé* (1).

Nous nous sommes assurés, à maintes reprises, que cette méthode est beaucoup plus exacte que celle qui consiste à traiter simplement le caoutchouc par l'alcool absolu. Même après plusieurs traitements, le caoutchouc dans ce cas, est encore visqueux, alors qu'il ne l'est plus, quelle que soit la proportion de résine, après l'action successive de la benzine et de l'alcool.

Et voici quels sont les nombres qui, d'après les recherches que nous avons faites par ce dernier procédé, expriment la proportion centésimale de substance visqueuse contenue dans les produits bruts de quelques *Landolphia*, tous préparés en même temps par les indigènes et conservés au laboratoire depuis dix-huit mois :

N'djembo *(Landolphia Foreti)*	8.5 p. 100
Okouendé *(Carpodinus Foretiana)*	19 —
Ebourendé	4.5 —
Loni	55 —
Gnongo	9 —
Ogoumou	50 —
Itomba	24 —
Gambo n'sina	54 —

On voit donc que sans renfermer autant de résine que les caoutchoucs de *Loni*, d'*Ogoumou*, ou de *Gambo n'sina*, le caoutchouc d'*Okouendé n'gowa* est cependant, après un certain temps, beaucoup plus visqueux et, par suite, s'altère plus facilement que les gommes de *N'djembo* ou de *Gnongo*.

Le second fait auquel nous avons fait allusion plus haut, et qui amène à la même conclusion, est fourni par l'analyse du latex. Si on traite par l'alcool absolu, après dessiccation, la masse friable qui, nous le savons, s'est séparée du sérum sans coaguler, on constate

(1) H. Jumelle: *Le Sakharé* (Association française, Congrès de Carthage 1896).

que l'alcool dissout 70 p. % environ de substance résineuse ; il y a donc eu résinification très forte du produit. Cette résinification, il est vrai, ne peut trop étonner, si l'on songe que la masse des globules, séjournant dans un sérum fermenté et acide, était évidemment dans les conditions les plus favorables pour son altération. Mais il faut remarquer que, placé, pendant le même temps, dans les mêmes conditions, le coagulum de *N'djembo*, qui s'était formé spontanément par la coagulation du latex en flacon s'est beaucoup moins modifié, car ce coagulum ne contient que 22 p. % de résine. Il en est de même du coagulum d'*Ebourendé*.

De ces observations, il ressort bien que le caoutchouc d'*Okouendé*, tout en s'altérant moins que ceux de certains autres *Landolphia*, subit cependant peu à peu une altération qui est sensiblement plus grande, à conditions égales, que pour les caoutchoucs de *N'djembo* ou de *Gnongo*.

La quantité de substances étrangères que renferme, d'autre part, le produit brut d'*Okouendé*, tel qu'il est préparé par les noirs, est à peu près la même que pour le caoutchouc du *L. Foreti* (25 p. 100 environ), ces matières étrangères étant représentées surtout par des albuminoïdes. Il n'y a pas d'amidon.

Après coagulation par la chaleur, le sérum qui reste est clair ; il contient 2 p. 100 à peu près de substances diverses, parmi lesquelles, outre des sels, sont des substances albuminoïdes non coagulables par la chaleur (1 p. 100 environ ayant coagulé), un sucre réducteur et de la dambonite, que nous avons obtenue cristallisée en suivant le procédé indiqué autrefois par M. Girard.

Quant aux causes immédiates qui déterminent la coagulation des latex, causes qui restent encore indéterminées, l'étude que nous avons faite du lait d'*Okouendé* laisse entrevoir qu'elles sont bien différentes (quoi qu'on tende à admettre actuellement) de celles qui provoquent la coagulation du sang.

On sait que celle-ci est due à la transformation en fibrine concrète d'une substance, le fibrinogène, qui est dissoute normalement dans le plasma. Or, lorsqu'on sépare du sérum dans lequel elle est plongée, la masse friable des globules d'*Okouendé* et qu'on la chauffe, soit directement, soit en la jetant dans l'eau bouillante, elle coagule. Il n'est cependant pas possible d'admettre que pour provoquer cette coagulation, une substance, dissoute dans le sérum, est intervenue, puisque les globules ont été séparés de l'eau-mère.

Et une autre expérience, faite avec du latex *non altéré* d'*Ebourendé* entraîne une remarque analogue. Si on filtre ce latex, les

globules, jusqu'alors mélangés au sérum, restent sur le filtre où ils se prennent immédiatement en masse, et cette masse, qui, ici, est très élastique et a coagulé sans qu'il soit nécessaire de la chauffer, a tous les caractères du caoutchouc ordinaire d'*Ebourendé*. Rien cependant ne permet d'admettre que, pendant la filtration, qui est très rapide, il y a eu coagulation d'une substance dissoute.

Enfin, ajoutons que nous avons répété sur différents latex de *Landolphia* ou de *Ficus* (le *Banian-Mundo* de Nouvelle-Calédonie, par exemple), la méthode employée par Schmidt pour obtenir le fibrinogène du sang ; nous n'avons obtenu aucune substance analogue.

Cette question de la coagulation des latex reste donc encore entièrement à résoudre, et nous devons nous contenter, pour le moment, d'accumuler tous les faits que nous pourrons observer concernant cette coagulation, qui se produit suivant des modes si variables dans les diverses espèces. C'est de la comparaison d'un grand nombre d'observations qu'on peut espérer arriver à établir une théorie qui, sinon au point de vue pratique, du moins au point de vue purement scientifique, offre un certain intérêt.

M. C. QUEVA

Maître de conférences à la Faculté des sciences de Lille.

SUR UN CAS D'ACCROISSEMENT SECONDAIRE DANS LES FAISCEAUX PRIMAIRES D'UNE PLANTE MONOCOTYLÉDONÉE [581.7]

— *Séance du 6 août 1897* —

On admet généralement que les faisceaux primaires des Monocotylédonées sont caractérisés par la différenciation de tous leurs éléments aux dépens d'un massif procambial, et que, cette différenciation une fois achevée, il ne se produit plus de nouveaux éléments ; c'est-à-dire que les faisceaux des Monocotylédonées gardent toujours

leur structure primaire. Ces faisceaux n'auraient donc jamais de zone cambiale, par conséquent ni bois ni liber secondaires ; on les désigne d'ailleurs sous le nom de *faisceaux fermés* pour les distinguer de ceux des Dicotylédonées et des Gymnospermes qui s'accroissent pendant longtemps par une zone cambiale.

On sait cependant qu'il peut se former chez quelques Monocotylédonées du bois et du liber secondaires, mais ces tissus sont produits en dehors des faisceaux primaires par des zones cambiales formant autour de l'ensemble des faisceaux primaires une ou plusieurs couronnes de faisceaux secondaires. Dans les axes (tiges ou racines) qui présentent cette formation, les massifs primaires ne contribuent pas à cet accroissement tardif, ils conservent la structure qu'ils ont prise au moment de la différenciation. Si pourtant on suit rigoureusement la formation des faisceaux des tiges des Monocotylédonées, chez les Dioscorées ou les Liliacées par exemple (1), on voit qu'à un certain stade de la différenciation, avant l'élargissement des grands vaisseaux ligneux et des grands tubes grillagés, les éléments qui occupent la région moyenne du faisceau (2) se cloisonnent à la façon d'une zone cambiale. Les cellules qui dérivent de ce cloisonnement se présentent très régulièrement arrangées en files radiales, comme dans les faisceaux des Gymnospermes ou des Dicotylédonées. Mais chez les Monocotylédonées, de même que chez les Dicotylédonées à grands vaisseaux, la sériation radiale des éléments disparaît par suite de l'élargissement des cellules qui formeront ces vaisseaux. Ces grands éléments déforment ceux qui les entourent, comprimant les uns, étirant quelques autres, de sorte que bientôt l'agencement radial n'est plus visible. Comme, d'autre part, la zone cambiale cesse de bonne heure ses cloisonnements, il n'est généralement plus possible de retrouver dans les faisceaux différenciés des Monocotylédonées, surtout dans celles qui ont de grands vaisseaux, l'arrangement radial répondant au mode de formation des éléments.

Il n'y aurait, dès lors, comme différence entre les Monocotylédonées et les autres Phanérogames, au point de vue de la différenciation des tissus du faisceau, que l'extinction hâtive de la zone cambiale chez les Monocotylédonées, tandis que chez les Dicotylédonées et les Gymnospermes, cette zone continue à fonctionner plus ou moins longtemps après la différenciation des premiers éléments ligneux et libériens.

(1) Pour ne citer que les familles chez lesquelles j'ai eu l'occasion d'observer pas à pas la différenciation des tissus.

(2) Voir *fig. 9,* pl. VI de mes *Recherches sur l'Anatomie des Taccacées et des Dioscorées,* Lille 1894.

Les considérations qui précèdent nous amènent à admettre la possibilité de rencontrer, dans les faisceaux de certaines Monocotylédonées, l'arrangement radial persistant après la différenciation, lorsque de grands éléments ligneux ou libériens ne viennent pas troubler les relations mutuelles des cellules. Nous concevons de même qu'il puisse exister des plantes Monocotylédonées dans lesquelles la zone cambiale des faisceaux primaires continue à fonctionner après la différenciation des groupes ligneux et libériens primitifs. C'est en effet un exemple de cette nature que je viens d'observer dans les faisceaux primaires des tubercules du *Gloriosa superba*.

Le tubercule de cette plante se renouvelle à chaque période de végétation, mais, formé pendant une première année, il se vide avant de se détruire l'année suivante.

Une section transversale pratiquée dans la région moyenne du tubercule en voie de croissance rencontre des faisceaux unipolaires dont le pôle est placé près du bord interne. Les faisceaux situés au voisinage du centre de la section présentent la structure suivante : les trachées *(tr. fig. 1)* forment un groupe en arrière duquel se trouve une large bande de vaisseaux ligneux *V*; ces vaisseaux confinent à d'autres éléments à peu près de même largeur, qui sont des vaisseaux non lignifiés. En arrière de ces derniers, on voit une bande d'éléments à parois minces recloisonnés tangentiellement *(z fig. 1)* comme les cellules d'une zone cambiale, puis au-delà se trouve le liber primaire dans lequel on distingue des cellules grillagées *Cg* et des cellules annexes *Ca*.

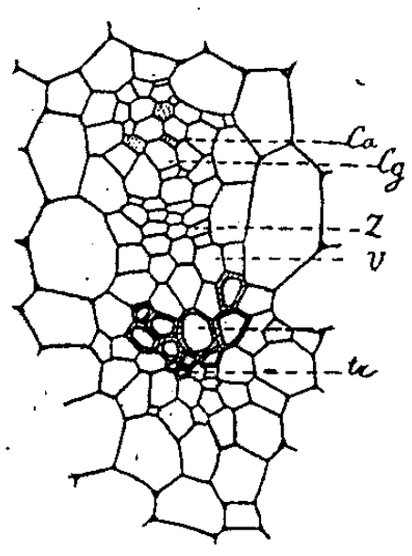


FIG. 1.

Section transversale d'un faisceau du tubercule de Gloriosa superba, *pendant la croissance de cet organe,* grossi 140 fois.

A la fin de la période de croissance du tubercule, c'est-à-dire avant l'hibernation, la lignification a continué dans quelques éléments contigus aux vaisseaux *V*, mais les caractères du faisceau n'ont pas changé et les derniers éléments issus du fonctionnement de la zone cambiale ne sont pas différenciés.

Si au début de la période de végétation suivante on examine la structure des faisceaux dans la région moyenne du tubercule, en un point rigoureusement homologue de celui où la section du faisceau de la fig. 1 a été pratiquée, on voit que les éléments secondaires formés

avant l'hibernation se différencient en bois et en liber ; de plus, les cloisonnements des cellules de la zone cambiale recommencent et fournissent encore un certain nombre d'éléments qui se différencient de même en bois et en liber secondaires.

Si l'on pratique une section du tubercule vidé, à la fin de la période végétative durant laquelle les réserves nutritives émigrent de cet organe vers la tige et les feuilles, on trouve dans les faisceaux une large zone cambiale z de part et d'autre de laquelle on peut suivre les files d'éléments vers le bois secondaire B_2 (*fig. 2*) et vers le liber secondaire L_2.

Le plus souvent quelques éléments anciens du liber primaire se sont déformés dans la région postérieure du faisceau. A ce moment, les faisceaux ont une allure très nette de faisceaux à développement secondaire ; mais, comme le tubercule cesse de croître et commence à se détruire, les cloisonnements cessent dans les faisceaux. Il n'en est pas moins vrai que nous avons là un exemple de la persistance de la zone cambiale dans les faisceaux primaires d'une Monocotylédonée.

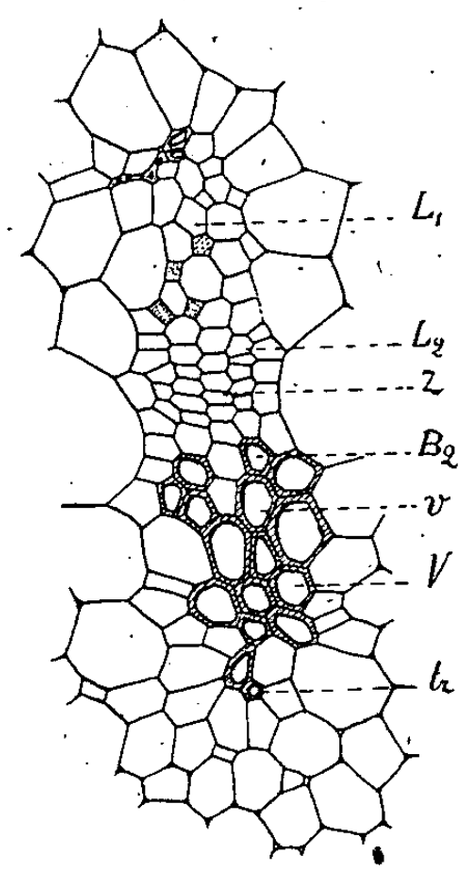


FIG. 2.

Section transversale d'un faisceau d'un tubercule vidé, grossi 140 fois.

Ce développement exceptionnel de productions secondaires dans les faisceaux primaires d'une plante monocotylédonée est-il dû aux circonstances particulières de la végétation des tubercules du *Gloriosa superba?* La biologie de la plante n'a cependant rien de bien remarquable. Un faisceau quelconque du tubercule sert sans doute pendant une période de végétation à apporter, dans cet organe, les substances de réserve qu'il emporte pendant la période suivante. Les éléments ligneux et libériens qui ont été en activité pendant la croissance du tubercule ne sont-ils plus aptes à jouer un rôle un peu différent au moment où le tubercule se vide? Si cette supposition est exacte, on s'explique la formation de nouveaux éléments libéro-ligneux pour répondre aux besoins de la nouvelle période d'activité.

Les conditions physiologiques de la végétation du *Gloriosa superba* ne diffèrent pas sensiblement de celles qui sont réalisées pour beaucoup d'autres Monocotylédonées, par exemple pour les

Dioscorées à tubercules annuels (*type Dioscorea Batatas*), et cependant les faisceaux de ces tubercules ne produisent pas de zones cambiales. Il a donc suffi de variations bien faibles pour faire réapparaître chez *Gloriosa superba* la zone cambiale qu'on n'observe plus dans les faisceaux primaires des autres Monocotylédonées, après la première différenciation.

Nous sommes donc autorisés à regarder les Monocotylédonées comme dérivant de Dicotylédonées inférieures chez lesquelles la zone cambiale des faisceaux aurait subi une extinction précoce, le nombre des faisceaux de la trace foliaire devenant très élevé et la feuille s'insérant largement sur la tige.

M. le Dr QUÉLET

Lauréat de l'Institut, à Hérimoncourt (Doubs).

QUELQUES ESPÈCES CRITIQUES OU NOUVELLES DE LA FLORE MYCOLOGIQUE DE LA FRANCE (1) [589.2 (54)]

— *Séance du 6 août 1897* —

Lepiota Barlæ, *cristata*, Barla, Fl. myc. ill. pl. 14, *fig. 1-4* (2) Stipe fistuleux à moelle soyeuse, long (0m,05-8), grêle (0m,004-8), fusiforme vers le bas, fibrillosoyeux, *blanc* puis roussâtre ; anneau membraneux, pendant, frangé, caduc et *blanc*. Peridium *globuleux* puis convexe (0m,05-7), *fibrillosoyeux, blanc ;* cuticule excoriée en *lanières fauves* et formant au sommet un *capuchon* membraneux et *brun* ; chair assez mince (0m,002), odeur d'huile rance (Barla), *blanche*. Lamelles libres, larges et blanches. Spore ellipsoïde (0mm,006-9). (Pl. IV *fig. 1*).

(1) Ce mémoire peut être considéré comme le *vingt et unième* supplément des ouvrages : *Les champignons du Jura et des Vosges* et *Flore mycologique de la France.*

(2) Dédié à la mémoire de J.-B. Barla, directeur du Muséum d'histoire naturelle de Nice, auteur de l'*Iconographie des Orchidées* et de la *Flore mycologique illustrée,* qui, par ses généreuses et amicales communications, m'a fait connaître cette merveilleuse flore des Alpes-Maritimes.

Septembre. — Bois montagneux des Alpes-Maritimes : la Maïris et la Fracha. Paraît voisin de *clypeolaria* et *felina.*

Gyrophila grammopodia, Bull. var. *alba.* Bull. pl. 585, constitue une variété *montagneuse* et *précoce*; il vient dans les pâturages élevés du Jura suisse et des Vosges, dès le mois de juin, ainsi que dans les montagnes du Tyrol (Bresadola). *Gyrophila cnista,* Fr. (Epicrisis, p. 50), Quél., Flore myc., p. 268, est un nom spécifique de cette belle variété.

Omphalia geotropa, var *: alba, candida,* Bresadola, Fungi tridentini, t. 18? Barla, Fl. myc. illustrée, pl. 58, *fig. 10-14.* Cette belle variété est entièrement blanche avec la même spore que *geotropa,* sphérique (0mm,008-0mm,01) et grenelée.

Automne. — En cercles immenses dans les prairies, Bourbonnais (H. Bourdot). Elle est surtout voisine, pour la forme et la taille, de la variété *gigantea.*

Omphalia incilis, Fr. Stipe fistuleux, aminci en bas, flocculeux, concolore plus pâle. Peridium convexe ombiliqué puis en coupe (0m,03-5), mince, finement tomenteux, *roux* brunâtre; chair ferme, blanche, sapide, à forte odeur de farine. Lamelles décurrentes, *bifurquées,* veinées réticulées, *blanchès* puis subocracées. Spore pruniforme (0mm,007-8), ocellée, hyaline (Pl. iv *fig. 2*).

Automne. — Bois feuillés et conifères. Bourbonnais (abbé Bourdot). Très voisin de *sinopica.*

Omphalia incana, Flore myc. de la France, p. 241. Spore pruniforme (0,007mm-8), aculéolée, glauque.

Collybia fumosa, var : *trigonospora,* Bresadola, Fungi tridentini, t. 34. Stipe fibrocharnu, gonflé à la base, fibrillostrié, blanchâtre. Peridium convexe (0m,06-9), pruineux, grisâtre; chair blanchâtre. Lamelles uncinées, larges, peu serrées, *grisâtres* puis tachées de bistre comme la cuticule et la chair. Spore *ovoïde triangulaire* (0mm,009), hyaline.

Eté. — Dans les bois argilosableux du Nivernais (Mme Daulnoy).

Collybia nummularia, Lam, Flore myc. de la France, p. 227. La planche 56, *a. hariolorum,* Bull., champignons de la France, représente ce dernier à l'état frais, plutôt que *nummularia* (Pl. iv *fig. 3*).

Collybia fragilis. *Gris bistré,* hygrophane, *très fragile.* Stipe tubuleux, grêle, atténué de haut en bas, fissile, bistre à la base, farineux et blanc au sommet. Peridium membraneux, convexe plan (0m,02-3), pointillé d'*atomes hyalins* et *brillants,* pruineux; chair très mince, à odeur de farine. Lamelles sinuées, gris glauque. Spore pruniforme (0mm,007-8), hyaline (Pl iv *fig. 4*).

Eté-automne. — En cercles denses dans les pelouses sèches des collines du Jura. Il est beaucoup plus fragile que *Hygrophorus streptopus* dont il se rapproche par la texture molle.

Omphalina candicans Pers. Ce petit polyphylle avec son peridium membraneux et son stipe tubuleux, par sa gracilité même, mérite d'être rangé parmi les élégantes espèces du sous-genre *Omphalina* (Pl. iv *fig. 5*).

Omphalina atropuncta, Pers., Flore mycologique de la France, p. 200, se rapproche des hygrophores camarophylles par sa texture épaisse et sa consistance plus compacte ; il exhale l'odeur du gaz de l'éclairage. Son état de vétusté constitue l'*Hygrophorus fœtens*, Cooke, Grevillea, pl. 121, *fig.* B, alors qu'il est devenu noir et que les granules noirs du stipe sont oblitérés ou disparus (Pl. IV *fig. 6*).

CALATHINUS BOURDOTII. *Blanc.* Peridium sessile ou à peine atténué en stipe latéral, oboval (0m,015-25), couvert d'un voile gélatineux *semifluide* et hyalin ; chair mince, à odeur de farine. Lamelles adnées décurrentes, étroites. Spore ellipsoïde pruniforme (0mm,008-0mm,01), hyaline (Pl. IV *fig. 7*).

Automne. — Sur branches tombées de chêne, Bourbonnais (abbé H. Bourdot) (1). Espèce très voisine de *fluxilis*. Fr.

Rhodophyllus clypeatus, L. comprend deux variétés très distinctes : 1° *niveus*, d'un blanc brillant, croît en mars et avril dans les pelouses sur le calcaire du Bourbonnais (H. Bourdot) ; 2° *murinus*, stipe blanchâtre avec peridium gris perle ou bistré (*sepium*, Noulet et Dassier, Traité des champignons comest. susp. et vén., pl. 16), croît dans les terrains siliceux de toute la France. Dans le Jura la forme blanche ou blanchâtre est intermédiaire entre les deux variétés et croît dans les vergers à sol calcaire, en avril. La variété *niveus* offre un peridium plus arrondi, sans mamelon et des lamelles d'un blanc pur passant, sans teinte grisâtre, au rosé clair (H. Bourdot).

D'autres champignons gymnobasidés et angiobasidés ont leur variété blanche : Amanita spissa, Gyrophila melaleuca, Omphalia viridis (H. Bourdot), Mycena pura, rugosa, polygramma, galericulata, galopus, etc., Omphalina fibula, Marasmius oreades (H. Bourdot), Peziza aurantia, marsupium, plumbea, coccinea, etc. Quelques-unes de ces variétés ont été décrites comme espèces : Omphalia candida, Bres., catinus, Fr., Gyrophila albella, Lév., Dictyopus æstivalis, Paul., Gyroporus niveus, Fries, Obs., etc. Peziza lactea, isochroa, Pers.

CORTINARIUS RUTILANS. Stipe plein, *jonquille* chatoyant ; cortine formée de quelques fibrilles aurore. Peridium campanulé (0m,03-6), *pelucheux* puis *frisé*, *souci*, puis *mordoré*, avec une teinte rouge de feu, fugace ; chair mince, fragile, jonquille, à odeur un peu vireuse, de radis. Lamelles adnées, *souci* avec un léger *reflet rouge de feu*, puis fauve safrané. Spore pruniforme (0mm,011), fauve (Pl. IV *fig. 8*).

Eté. — Bois argilosableux, Nivernais (Mme Daulnoy), Bourbonnais (Bourdot). Voisin de *miltinus* et *orellanus*.

INOCYBE SUBLIMBATA, Fr. Ic. Sel. t. 126, f., 1. Stipe plein puis finement fistuleux, très grêle, pruineux, *roussâtre*, subtranslucide, avec la base *bulbeuse* et *blanche*. Peridium convexe (0m,007-0m,014), mamelonné, membraneux ; voile floconneux puis finement *frisé* et *brun ;* chair ténue, crème.

(1) Dédié à M. l'abbé H. Bourdot, le sagace et habile observateur de la Flore mycologique du Bourbonnais.

Lamelles sinuées, ventrues, crème ocre, puis cannelle et olive. Spore sphérique (0mm,011-12), ornée de fins aiguillons cylindriques égalant le diamètre de la spore (Pl. IV *fig. 9*).

Eté. — Sentiers des bois frais et argilosableux du Morvan et de la Bresse. (Bigeard, instituteur à Mouthier). Cet Inocybe forme un groupe remarquable par ses spores, avec *asterospora* et *calospora*. Il ne paraît pas spécifiquement distinct de *Gaillardii*, Gillet, Champignons de France, série V, f. 2 dont il semble différer par la couleur, le voile et le bulbe.

Hylophila escharoides, Fr. constitue la même espèce que *limbata*, Fr. ou *frangé*, Bull. pl. 563, f. 2; Flore myc., p. 91. Ce dernier nom, qui est la traduction de celui que Bulliard a donné à ce champignon dans son excellente planche, doit être conservé de préférence au premier. *A pulverulentus*, Schæf. t. 226, auquel Fries rapporte son *escharoides*, paraît mieux figurer *pallucida*, Bull.

Panæolus incanus. Stipe grêle, farineux et *blanc*. Peridium convexe puis aplani (0m,02-3), soyeux, micacé, puis crevassé aréolé, *blanc*, puis teinté de vert ou de pourpre; chair mince, blanche, puis rougeâtre. Lamelles sinuées, ventrues, blanchâtres puis *bistre noir*. Spore citriforme (0mm,012-14), bistre noir. (Pl. IV *fig. 10*).

Eté. — Dans les lieux cultivés, Vosges, Lorraine. Il affine à *papilionaceus* et ressemble à la figure 1 de la table 137 des Icones selectæ de Fries, représentant : *Psilocybe agraria*, Fr. Mon. II. p. 304, « *lamellæ albæ demum fuscæ* », et qui me paraît être la même espèce placée par erreur dans le genre *geophila*.

Coprinus Bonatii. Stipe tubuleux, légèrement floconneux, bulbeux et hérissé de poils hyalins à la base, *naissant* par une racine filiforme d'un *sclérote* souterrain, globuleux, bosselé et *noir*. Peridium ovoïde campanulé (0m,02-3), déliquescent, membraneux, strié, *blanc* puis *grisonnant* ainsi que le voile floconneux et caduc. Lamelles adnées, blanches puis bistres. Spore pruniforme allongée (0mm,015-17), noire (Pl. IV *fig. 11*).

Eté. — Cultures et jardins, surtout dans le terreau où l'on a mis du fumier humain, Haute-Saône (G. Bonati). Affine à *cineratus* et à *tuberosus* dont il est probablement une variété.

Russula atrorubens. — Stipe pruineux, ridé, blanc, rarement taché de rouge. Peridium plan (0m,05-7); cuticule séparable, *rouge sang* avec le disque *violet noir* et souvent entièrement de cette dernière couleur; chair mince, fragile, blanche, rouge sous la cuticule, *âcre* et *poivrée*. Lamelles étroites, adnées, *blanches* puis couleur de cire. Spore ellipsoïde sphérique (0mm,008-9), hyaline à reflet citrin (Pl. IV *fig. 12*).

Eté. — Bois argilosableux du centre de la France, Nivernais (Mme Daulnoy), voisin de *emetica*.

Russula melliolens. integra, Flore myc. de la France, p 340, à l'exclusion des variétés *baie, brune* et *olive* de l'espèce collective et versicolore de Fries. Cuticule un peu glutineuse, *rouge sanguin*, souvent tachée à la fin d'ocre ou d'olivâtre; chair crème, douce; odeur *de pain* d'épice, de *miel*

ou d'*orchis* (1); lamefles larges, fragiles *blanc crème*, souvent blanches, puis tachées d'ocre vers l'arète. Spore sphérique (0mm,01) aculéolée, blanc crème ou légèrement ocracée. La végétation de cette russule est précoce et elle paraît plus particulière au sol argilo-calcaire. Jura, Provence, centre (Mme Daulnoy).

Russula amethystina. Stipe ferme, aminci vers le bas, pruineux et *blanc*. Peridium convexe plan puis un peu excavé (0m,04-5), uni au bord, farineux, *rosé lilacin*, puis taché quelquefois de jaune paille ou olivâtre; chair tendre, blanche, *douce*, un peu parfumée. Lamelles adnées, *jonquille* puis primevère. Spore subellipsoïde (0mm,008-9), ocellée, finement aculéolée, jonquille (Pl. IV *fig. 13*).

Arrière-automne. — Dans les bois sablonneux sous les conifères. Environs de Lyon (Péteaux).

Russula violeipes. Stipe ferme, aminci en bas, pulvérulent, *violacé purpurin*, comme dans. *amœna*. Peridium convexe (0m1), pruineux, jaune *citrin*, comme dans *citrina*; chair dure, blanc-crème, douce, odorante. Lamelles assez épaisses, blanc crème; spore de *citrina*.

Été. — Forêts de hêtres, Normandie, Environs de Dieppe (Robert Benoist). C'est une forme de *citrina* qui ressemble à *amœna* décoloré, dont le peridium est devenu jaune pâle tandis que le stipe est resté violet.

Cantharellus albidus Fr. Flore myc. de la France, p. 39. Ce petit cantharellus, le plus gracieux du genre, n'a pas encore été représenté et Fries n'a cité, pour cette espèce, qu'une figure qui en donne à peine l'habitus, dans le Flora danica, t. 1293, *fig.* 1, « ex habitu ». Les lamelles sont à *arète canaliculée*, comme dans *canaliculatus* (Pl. IV *fig. 14*).

Dictyopus Queletii, Schulzer, Hedwigia, IV, 1885, p. 15. Stipe cylindrique ou fusoïde, souvent pointu à la base, *pubérulent*, *jaune sulfurin*, *rouge cuivré* à la base et parfois au sommet. Peridium convexe (0m,08–0m,13), finement tomenteux, *orangé*, brunissant à la fin; chair épaisse, tendre, *sulfurine*, *bleuissant* à l'air, rouge cuivré ou sanguin à la base du stipe, odeur un peu vireuse. Tubes libres, *sulfurins*, puis verdoyants et olivâtres; pores moyens, ronds, *jonquille* puis *safranés*, bleuissant au toucher. Spore ellipsoïde oblongue (0mm,011), souci ou fauve, amincie vers la base (Pl. IV *fig. 15*).

Eté. — Forêt de Kanjevce en Esclavonie (Schulzer); vallée du Rhône (Péteaux), Touraine (Dr Bertrand); il appartient au groupe de *luridus*, *discolor* et *purpureus*.

Dictyopus junquilleus. D'un beau *jaune jonquille*. Stipe cylindrique, pruineux pubescent, tomenteux et rougeâtre à la base. Peridium convexe (0m,01), pubescent; la chair *bleuit* autant, peut-être plus rapidement, que celle de *cyanescens*, et les taches bleues deviennent rouillées en peu de temps (Feuilleaubois); odeur spiritueuse. Tubes longs, pores (0m,001), ronds, pruineux. Spore ellipsoïde allongée (0mm,011-14) ocracée.

(1) Surtout *Hemminium monorchis*.

Eté. — En cercles dans les forêts humides, chênes et hêtres, Fontainebleau (M. Feuilleaubois). Paraît être une forme de *discolor*, dont il ne diffère que par les pores concolores.

Battarrea phalloides, Pers., Syn. t. 3, *fig. 1-3.* — Sa morphologie. — D'abord *ovoïde* et *hypogé* (enfoui à 0m,1-2), ce *lycoperdiné* devient *épigé* avec le peridium *campanulé*. Le stipe tubuleux, à moelle soyeuse et blanche, *se forme* et *s'allonge* (0m,15-25) rapidement (1) entre le voile et le peridium qu'il soulève hors de l'humus, comme dans le genre *Queletia*. Le peridium *globuleux*, plus ou moins déprimé (0m,03), membraneux, satiné et blanc, *s'ouvre* par déchirure et *se renverse* en cloche autour du stipe, sous l'effort de la poussée produite par l'allongement brusque du stipe et contrariée par la compression de l'humus et par la résistance du voile. Le voile ou volva, formé de deux membranes, persiste dans l'humus à la base du stipe, en forme de bourse ; il peut laisser, en se déchirant, un capuchon sur le peridium ouvert. L'hymenium (ou glèbe) d'abord sphérique et enveloppé par le peridium, s'entr'ouvre avec lui par rupture, pour la dissémination et le recouvre d'une couche floconneuse et pulvérulente, formée de basides tubuleuses, contournées, hyalines et tétraspores, et de spores sphériques (0mm,006), grenelées et fauves.

Eté. — Humus et bois pourri. Dans une souche de chêne, Limousin (E. Olivier et H. Bourdot). Cet admirable champignon placé dans la famille des phalloïdés par Fries, Summa vegetabilium, p. 440, est affinée aux genres *Tylostoma* et *Queletia* (Quélet, Enchiridion fungorum, p. 236) de la famille des lycoperdinés.

Morilla libera. Stipe subcoriace, tubuleux (0m,05-8), *ouvert* sous le sommet du peridium et *réfléchi* sur la surface inférieure de ce dernier, furfuracé en dedans et en dehors, blanc ocracé. Peridium charnu-coriace, *campanulé*, à sommet convexe, couvert d'alvéoles allongés, sinueux et veinés formés par des côtes longitudinales, simples ou bifurquées et anastomosées en travers. Hymenium glabre, couleur de *cire*, puis *olivâtre*. Spore ellipsoïde (0mm,02), un peu amincie aux deux bouts, hyaline (Pl. IV *fig. 16*).

Avril. — Sur l'humus formé de feuilles pourries, dans les forêts, Vosges (V. Demange).

Affine à *semilibera*, dont elle se distingue nettement par les alvéoles plus profonds et mieux formés et par le peridium libre depuis la base jusqu'au sommet, cette morille constitue le type d'un nouveau groupe, *peridio libero*, et porte à 9 le nombre des espèces connues du centre de l'Europe. Parmi ces espèces qui forment deux ou trois genres et se subdivisent elles-mêmes en plusieurs autres, au gré des multiplicateurs, *deliciosa* et peut-être aussi *olivea* ne sont que des variétés et *elata* une forme luxuriante de *esculenta*. Quant à *patula*, elle ne paraît être qu'un lusus de *villica* (Trattinick, fung. aust., t. 6, fig. 2 ; Enchir. fung., p. 271), lorsqu'elle n'est pas identique avec *semilibera* (Cooke, Mycogr., fig. 321).

(1) Smith, *Spic. bot. I*, p. 11, fig. 12, paraît avoir assisté à la sortie de l'humus d'un Battarrea phalloides : « stipes mira vi atque celeritate sursum elongatur. »

Cordiceps callidii. larvicola. Quél. VI[e] Supl. Ch. du Jura et des Vosges. Stipe filiforme, fibrocharnu, flexueux, plus ou moins long (0[m],03-7). glabre, *lilacin rosé*, sortant d'un mycelium feutré et fauve. Capitule *oblong*, *fusoïde* (0[m],005-8), *violeté* ou *lilacin*, ponctué par les ostioles plus foncés. Perithèce *ovoïde* (0[mm],4 5), membraneux, lilacin ; thèque linéaire à 8 spores capillaires *moniliformes* (0[mm],05-6), se dissociant en articles formés de trois sporules. Sporule sphérique (0[mm],002), hyaline (Pl. IV *fig. 17*).

Printemps. Vieux troncs d'arbres, Touraine (E. Boudier, 1873) Jura. Sur larve de Callidie.

Cordyceps helopis. Quél. VIII[e] Supl. Ch. du Jura et des Vosges, Stipe filiforme (0[m],04-7), *blanc rosé*, sortant d'un mycelium feutré et *brun*. Capitule *olivaire* (0[m],007-9), *blanchâtre lilacin*, ponctué par les ostioles plus foncés. Perithèce ovoïde (0[mm],5-7), membraneux, *lilacin ;* thèque linéaire à 8 spores capillaires (0[mm],05-6), *moniliformes*, se divisant, à la maturité, en articles formés de 3 sporules sphériques (0[mm],002), hyalines (Pl. IV *fig. 18*).

Printemps-Eté. — Dans les souches d'arbres, Jura, Champagne (Bertrand), sur la larve de l'*Helops lanipes*, Fab.

Il forme avec *callidii*, un groupe caractérisé par la spore *moniliforme* se désagrégeant par bouts de trois sporules, et peut-être n'en diffère-t-il que par le parasitisme.

CORDYCEPS CARABI. Stipe subfiliforme (1[mm]), flexueux (0[m],06-8), glabre, *violet*, naissant d'un mycelium *sulfurin* pâle. Capitule *sphérique* (0[m],003-4), *chagriné* élégamment, *lilas*. Perithèce ovoïde sphérique (0[mm],5-6) ; thèque linéaire (0[mm],05-6), à 8 spores capillaires, hyalines, divisées, à la maturité, en articles ou sporules (0[mm],004), *cylindriques* (Pl. IV *fig. 19*).

Eté. — Dans l'humus, sur les larves de *carabus* (auronitens ?), dans les forêts montagneuses, Trentin (Bresadola), Jura. Il forme un groupe à sporules cylindriques avec *Entomorhiza*, *Dittmarii*, etc., et n'est peut-être qu'une variété à capitule sphérique de *cinerea*.

Un autre parasite des larves de *carabus* a été trouvé par Tulasne. dans la forêt de Compiègne ; *Torrubia cinerea*, Tul., Sel. fung. carp., III, t. I, f. II. Stipe bifurqué, *gris brun*, *noir* inférieurement ; mycelium *fauve brun*. Capitule *ovoïde* ou *olivaire*, *grisâtre* (à la fin brun violacé), finement *pointillé* par les ostioles à peine saillants ; perithèces *globuleux*, *très serrés ;* thèque linéaire et spore moniliforme de *entomorhiza*. Cette diagnose, faite d'après l'aimable communication de M. Cornu, Professeur au Muséum, ne permet pas de réunir à l'espèce de Compiègne, celle des Alpes et du Jura, tant que l'on n'aura pas trouvé des formes intermédiaires entre ces deux champignons.

TABLE SYSTÉMATIQUE DES ESPÈCES

Les espèces nouvelles sont marquées d'un astérisque.

Lepiota* Barlæ.
Gyrophila grammopodia alba.
Omphalia geotropa alba.
Omphalia incilis.
Omphalia incana.
Collybia trigonospora.
Collybia nummularia.
Collybia* fragilis.
Omphalina candicans.
Omphalina atropuncta.
Calathinus* Bourdotii.
Rhodophyllus niveus.
Cortinarius* rutilans.
Inocybe sublimbata.
Hylophila limbata.
Panæolus* incanus.
Coprinus* Bonatii.
Russula* atrorubens.
Russula melliolens.
Russula* amethystina.
Russula violeipes*
Cantharellus albidus.
Dictyopus Queletii.
Dictyopus junquilleus.*
Battarrea phalloides.
Morilla* libera.
Cordyceps callidii.
Cordyceps helopis.
Cordyceps* carabi.
Cordyceps cinerea.

Planche IV. — EXPLICATION DES FIGURES

Lepiota Barlæ..... Fig. 1
Omphalia incilis..... 2
Collybia nummularia... 3
Collybia fragilis..... 4
Omphalina candicans.. 5
Omphalina atropuncta, 6
Calathinus Bourdotii... 7
Cortinarius rutilans.... 8
Inocybe sublimbata.... 9
Panæolus incanus..... 10
Coprinus Bonatii..... 11
Russula atrorubens.... 12
Russula amethystina... 13
Cantharellus albidus... 14
Dictyopus Queletii..... 15
Morilla libera..... 16
Cordyceps callidii..... 17
Cordyceps helopis..... 18
Cordyceps carabi. 19

M. le Dr GERBER

Professeur suppléant à l'Ecole de Médecine de Marseille.

VARIATION DE LA TENEUR EN ACIDES, EN TANNINS, EN HYDRATES DE CARBONE ET EN ALCOOLS, DES FRUITS PENDANT LEUR ÉVOLUTION ; RELATION ENTRE CETTE VARIATION ET CELLE DU QUOTIENT RESPIRATOIRE. [581.1]

— *Séance du 6 août 1897* —

Si les échanges gazeux qui se produisent entre les plantes ordinaires ou les organes en voie de croissance et le milieu extérieur sont complètement connus depuis les recherches de MM. Bonnier et Mangin, il n'en est pas de même pour certaines parties de plantes tout à fait spéciales en raison de leur composition chimique : je veux parler des fruits et en particulier des fruits charnus sucrés.

Ces fruits charnus présentent des tissus très épais et, de plus, ces tissus sont gorgés de substances variées. Il était donc à prévoir que l'épaisseur même des tissus ainsi que les phénomènes chimiques nombreux qui se passent au cours de la maturation pouvaient influer sur les échanges gazeux. On pouvait, par suite, prévoir également que les variations observées dans les échanges gazeux aux diverses phases de la maturation des fruits permettraient de saisir le mécanisme d'un certain nombre de ces phénomènes chimiques. Les résultats obtenus que nous allons résumer prouvent que ces déductions sont justes.

Les fruits charnus sucrés peuvent être facilement rangés dans trois catégories, suivant la nature des substances qui accompagnent les matières sucrées.

1° Fruits contenant des acides fixes (malique, tartrique, citrique) avant la maturation et ne se parfumant jamais. Dans cette catégorie rentrent un certain nombre de pommes, presque tous les raisins, beaucoup d'alkékenges, etc.

2° Fruits dépourvus d'acides fixes, mais contenant, au moment du blettissement, des éthers parfumés provenant de la combinaison d'un certain nombre d'acides volatils (formique, acétique, butyrique, valérianique, etc.) avec des alcools (éthylique, amylique, etc.). Tels sont les kakis, les bananes, les melons, etc.

3° Fruits contenant des acides fixes et des éthers parfumés. On doit ranger dans cette série la grande majorité des fruits indigènes : beaucoup de pommes et de poires, les prunes, les pêches, les abricots, les fraises, les framboises, les sorbes, les nèfles, etc., et quelques fruits exotiques tels que les ananas. Les fruits compris dans cette troisième catégorie réunissent en eux les principes contenus dans les fruits des deux premières ; l'étude de leurs échanges gazeux et l'interprétation du mécanisme des réactions chimiques sont donc très complexes. Aussi allons-nous examiner tout d'abord les fruits des deux premières catégories. Les connaissances que nous aurons acquises nous permettront d'interpréter plus facilement les résultats obtenus avec les fruits de la troisième.

1. — *Fruits contenant des acides fixes (malique, tartrique, citrique) avant la maturation et ne se parfumant jamais.*

Nous avons recherché tout d'abord comment, dans ces fruits, varie le quotient respiratoire, c'est-à-dire le rapport $\frac{CO^2}{O}$ du gaz carbonique dégagé à l'oxygène absorbé.

Nous avons constaté qu'aux températures élevées, 30° par exemple, ce quotient est supérieur à l'unité ; c'est déjà le contraire de ce qui se produit dans les plantes ordinaires. Mais il y a plus. D'après les recherches de MM. Bonnier et Mangin, ce quotient, dans les organes en voie de croissance, est non seulement inférieur à l'unité, mais il est invariable pour une espèce déterminée. Dans nos fruits, il varie et cette variation se traduit par un abaissement graduel ; il devient même inférieur à l'unité à un moment donné.

Quelle est la cause de cette variation du quotient ? Il était naturel de penser que cette cause devait être la disparition d'une des substances contenues dans les fruits acides. En effet, l'analyse de ces fruits nous a montré que, au fur et à mesure que le quotient s'abaisse, les acides diminuent en quantité, le quotient le plus bas correspon-

dant à la disparition presque complète des acides. Mais cela pouvait être une simple coïncidence, sans relation de cause à effet. Aussi avons-nous jugé nécessaire, pour préciser davantage ces indications, d'adopter une méthode permettant de dissocier les réactions chimiques qui se produisent dans les fruits, en étudiant la manière dont se comporte, sous l'influence de la vie, chacune des substances qu'ils renferment. Pour cela, nous devions réduire au minimum la substance vivante, afin d'introduire le moins possible d'éléments étrangers et de nous placer presque dans les conditions d'une réaction chimique simple. Les spores des moisissures sont tout indiquées pour remplir ce but. Nous avons donc fait des cultures de ces champignons et nous avons pris en particulier le *Sterigmatocystis nigra*.

Or, si on cultive cette moisissure dans le liquide de Raulin dépourvu d'acide, c'est-à-dire ne contenant comme aliment organique que du sucre, le quotient respiratoire est ou inférieur ou au plus égal à l'unité ; mais qu'on remplace le saccharose par un des acides, malique, tartrique ou citrique, immédiatement le quotient prend des valeurs très élevées (1,60 environ pour les acides citrique et malique, 2,40 environ pour l'acide tartrique). Ce fait, joint à la coïncidence que nous avons signalée précédemment, prouve bien que c'est à l'acidité des fruits qu'il faut attribuer les quotients élevés et que la diminution de la valeur de ces quotients est due à la disparition des acides.

Nous pouvons ajouter, ce qui au besoin est une troisième preuve, que des oranges très jeunes, qui n'ont pas encore d'acides, offrent un quotient de plantes ordinaires.

On voit donc que les fruits ne se comportent de façon spéciale qu'autant qu'ils renferment des acides ; lorsque ces acides manquent, soit parce qu'ils n'ont pas encore apparu, soit parce qu'ils ont disparu, ces fruits rentrent dans le cas normal étudié par MM. Bonnier et Mangin. Maintenant, à vrai dire, tous les faits que nous venons de relater sont surtout très nets dans les fruits où la masse acide, représentée par la pulpe, est en beaucoup plus grande quantité que les portions non acides (enveloppes, noyaux et graines) ; tels sont les pommes, les raisins sultanieh dépourvus de graines, les raisins black maroco et panse muscat à graines très petites, les oranges et les mandarines à zeste peu épais. Au contraire, les quotients élevés sont beaucoup moins nets avec des fruits à graines très développées, tels que les raisins panse ordinaire, les nèfles du Japon où les graines, comme l'on sait, sont énormes, et avec d'autres fruits à zeste très épais, telles que certaines oranges et certaines mandarines. Dans quelques-uns de

ces fruits, il peut arriver même que le quotient soit inférieur à l'unité (1) ; mais il suffit d'enlever le zeste ou les graines pour voir immédiatement apparaître le quotient élevé.

Donc, à un moment donné, les acides ont disparu dans les fruits sur lesquels nous expérimentons. Que sont-ils devenus ?

Trois hypothèses sont possibles :

1° Les acides se dédoublent en dégageant du gaz carbonique, sans absorber de l'oxygène ;

2° Les acides, absorbant de l'oxygène, se détruisent complètement en gaz carbonique et en eau ;

3° Les acides, en empruntant à l'atmosphère une certaine quantité d'oxygène, donnent naissance, d'une part à un corps plus oxygéné (gaz carbonique), de l'autre à des corps moins oxygénés (hydrates de carbone).

De ces trois hypothèses, les deux premières doivent être rejetées pour les raisons suivantes.

1re hypothèse : L'oxygène est indispensable à la destruction des acides. Voici une expérience qui le prouve : Une orange contenant de l'acide citrique, étant placée pendant deux mois dans une atmosphère d'azote et de gaz carbonique, à une température élevée, n'a presque pas perdu d'acide.

2e hypothèse : Lorsque les acides sont brûlés complètement en gaz carbonique et en eau, en empruntant à l'atmosphère l'oxygène nécessaire, les équations suivantes montrent que les quotients observés doivent être inférieurs à 1,33 pour les acides citrique et malique, à 1,60 pour l'acide tartrique.

$$\underbrace{C^4H^6O^5}_{\text{Acide malique}} + 3O^2 = 4CO^2 + 3H^2O ; \quad \frac{CO^2}{O} = 1{,}33$$

$$\underbrace{2\,C^4H^6O^6}_{\text{Acide tartrique}} + 5\,O^2 = 8CO^2 + 6H^2O ; \quad \frac{CO^2}{O} = 1{,}60$$

$$\underbrace{2\,C^6H^8O^7}_{\text{Acide citrique}} + 9\,O^2 = 12CO^2 + 8H^2O ; \quad \frac{CO^2}{O} = 1{,}33$$

(1) Certaines expériences sur les raquettes de *Opuntia Ficus indica* nous ont permis d'établir que le quotient respiratoire, variable avec la température, des plantes grasses, ne doit sa valeur généralement inférieure à l'unité qu'à la faible teneur en acides de ces plantes, et qu'il suffit de porter ces plantes à une température suffisamment élevée pour obtenir des quotients supérieurs à l'unité. Nous avons été ainsi amené à rapprocher la respiration des plantes grasses de celle des fruits acides et à opposer ces deux respirations à celle des plantes ordinaires.

Or, fréquemment dans les fruits acides entiers, et surtout dans les mêmes fruits sectionnés, nous avons obtenu des quotients beaucoup plus élevés.

Il ne reste donc plus que la troisième hypothèse.

Nous pouvons la confirmer de deux façons.

a) Dans les cultures de *Sterigmatocystis nigra* sur acide pur, on constate une formation de mycelium, c'est-à-dire d'hydrates de carbone, puisque ce mycelium est formé de callose ; en même temps le quotient respiratoire est supérieur à 1,33, si nous prenons l'acide malique comme exemple. Donc, chaque fois que le quotient sera supérieur à 1,33 dans les pommes qui contiennent de l'acide malique, on pourra conclure à la formation d'hydrates de carbone aux dépens de cet acide. Or nous avons obtenu fréquemment des valeurs supérieures à 1,33 avec ces fruits.

b) En cultivant le *Sterigmatocystis nigra* sur un mélange de sucre et d'acide, on observe, aux températures élevées, en même temps que la formation d'hydrates de carbone, un quotient primitivement très élevé, puis diminuant comme dans les fruits acides, mais longtemps supérieur au quotient d'oxydation complète des acides. Il se forme donc, dans ce cas, des hydrates de carbone aux dépens des acides ; il s'en forme aussi dans les fruits de notre première catégorie, qui ne sont pour ainsi dire qu'un mélange de sucre et d'acide, et qui offrent un quotient supérieur au quotient d'oxydation complète des acides.

II. — *Fruits dépourvus d'acides fixes, mais contenant au moment du blettissement des alcools et des acides volatils.*

Examinons à présent les fruits de la deuxième catégorie, c'est-à-dire les fruits ne contenant pas d'acides fixes, mais présentant des éthers et prenons pour exemple le kaki variété zendji. Ici, la marche des quotients respiratoires est toute différente de celle des fruits précédents.

Au début, en effet, le quotient est inférieur à l'unité, et il reste tel, variant à peine, tant que le fruit demeure ferme et dépourvu de parfum. Aussitôt que le blettissement commence, ce quotient s'élève et atteint bientôt les valeurs 2 ; 2,50 ; 3, bien supérieures à celles que nous avons trouvées pour les quotients des fruits acides.

Ici encore, pour nous rendre compte de la cause de ces variations,

nous avons analysé le fruit, et nous avons vu que, lorsque le quotient devient supérieur à l'unité, de l'alcool et des acides volatils apparaissent ; mais l'apparition de l'alcool nous indique que, à ce moment, il y a fermentation. Dès lors, voilà quelle est la cause de l'élévation au-dessus de l'unité du rapport $\frac{CO^2}{O}$: c'est que, en plus de la respiration ordinaire, il y a fermentation ; le gaz carbonique produit par celle-ci vient s'ajouter au gaz carbonique produit par la respiration et, comme il n'y a pas d'absorption d'oxygène correspondant au gaz carbonique résultant de la fermentation, le quotient doit être élevé.

Mais alors, ce quotient a une origine toute différente du quotient également supérieur à l'unité que nous trouvons dans la première catégorie de fruits. Pour préciser cette différence, nous avons appelé l'un *quotient d'acides* et l'autre *quotient de fermentation*, tous deux supérieurs à un, mais pour des raisons différentes.

Il reste à rechercher quelle est la cause de cette axphyxie. Elle est due aux transformations pectiques qui se passent dans les fruits au moment de leur blettissement. Tant qu'ils sont verts, ces fruits ne contiennent que de la pectose insoluble ; aussitôt que, comme on dit vulgairement, le fruit tourne, la pectose des parois cellulaires se transforme en pectine et, cette pectine, en se gonflant, comble les méats intercellulaires. L'air qui, jusqu'à ce moment, pouvait circuler facilement à travers ces méats, est obligé alors de se dissoudre dans la masse pectique pour atteindre les cellules ; la quantité d'oxygène qui arrive à ces derniers est beaucoup diminuée ; il en résulte une asphyxie partielle et les cellules recherchent dans la fermentation de leur matière sucrée le complément d'énergie nécessaire à leur vie ; c'est en cela que consiste le blettissement.

Nos expériences nous ont permis d'établir pourquoi ce blettissement ne se produit qu'à un instant déterminé : c'est à cause de la présence des tannins. En effet, tant qu'il existe des tannins, le quotient est inférieur à l'unité, quelle que soit la température à laquelle le fruit est soumis et il ne se produit ni acides volatils ni alcools. Le rôle des tannins est donc très important dans les fruits.

Mais alors, question analogue à celle des acides : que deviennent ces tannins ? Disparaissent-ils complètement par oxydation totale en gaz carbonique et en eau, ou forment-ils des hydrates de carbone ? Sur ce sujet, des expériences ont été faites autrefois par M. Chatin qui en avait conclu à la destruction des tannins par oxydation complète, tandis que Buignet attribuait à ces tannins la formation des sucres.

Pour trancher la question, nous avons eu de nouveau recours à la méthode de culture des moisissures sur milieu nutritif approprié. Nous avons fait une culture de *Stérigmatocystis nigra* sur liquide Raulin ne contenant que du tannin de la noix de Galle comme carbone organique. Cette moisissure s'est développée abondamment, a formé une grande quantité d'hydrates de carbone en dégageant plus de gaz carbonique qu'elle n'absorbait d'oxygène. Par suite, nous pouvons dire que lorsque le tannin se transforme en hydrates de carbone, le quotient respiratoire est supérieur à l'unité. Puisque, avec nos fruits, nous n'avons jamais pu obtenir qu'un quotient inférieur à l'unité, tant qu'il y avait des tannins, nous devons conclure que les tannins disparaissent dans les fruits par oxydation complète, sans donner naissance à des hydrates de carbone, et ainsi se trouvent confirmées les recherches de M. Chatin.

III. — *Fruits contenant des acides fixes et des éthers parfumés.*

Il reste donc la troisième catégorie, qui représente l'ensemble des deux premières, puisque les fruits contiennent des acides fixes et des éthers. Nous avons étudié surtout les sorbes, les nèfles de Germanie, les prunes, les prunelles et les ananas.

Considérons en premier lieu les sorbes.

Nous avons expérimenté sur des sorbes non mûres et sur des sorbes mûres.

Les sorbes non mûres ont été placées, les unes à 30°, les autres à 0° ; les résultats obtenus ne sont pas les mêmes dans les deux cas. Ainsi, à 30°, les quotients respiratoires ont été au début supérieurs à l'unité, comme dans le cas des fruits à acides fixes. Également comme dans ce cas, le quotient a diminué en même temps que les sorbes mûrissaient, puis il est devenu inférieur à 1 ; mais, tandis que dans les fruits de la première catégorie, le quotient devient alors fixe, dans les sorbes, on voit bientôt le quotient se relever, puis dépasser l'unité, tandis que la sorbe blettit, devient brune et prend une légère odeur d'acétate d'éthyle.

Si, comme nous l'avons dit, on admet que les sorbes représentent la réunion des fruits des deux catégories précédentes, on voit de suite ce qui se passe, les faits sont faciles à interpréter. Dans la première période, les sorbes doivent renfermer des acides fixes qui vont diminuant ; mais plus tard, deuxième période, les sorbes se comportent comme les kakis, des acides volatils et des alcools ont

apparu. En fait, si on analyse le fruit, on trouve aux deux périodes ces différentes substances : acides fixes d'abord, alcools ensuite.

Nous avons fait aussi, avons-nous dit, des expériences sur ces sorbes non mûres à une température de 0°. Or, ici, dès le début, le quotient est inférieur à l'unité et va en augmentant pour devenir supérieur : c'est le quotient de fermentation ; donc, des deux périodes précédentes, nous n'avons que la seconde, et cela parce que, à la température de 0°, les acides fixes ne peuvent pas servir d'aliment au protoplasma ainsi que nous l'avons établi par des cultures de moisissure ; aussi constate-t-on à l'analyse que l'acidité du fruit n'a pas diminué.

Quant aux sorbes mûres, bien entendu elles ne nous ont offert que la seconde période, parce que nous les avons cueillies au moment où les acides fixes avaient disparu.

Les nèfles nous ont donné les mêmes résultats que les sorbes. Cependant ces résultats sont moins nets par suite de la présence des nucules ; mais en enlevant ces derniers, nous obtenons les mêmes faits que pour les sorbes.

Enfin, avec les prunes, nous avons trouvé des résultats identiques. Signalons cependant que la période de fermentation dure beaucoup plus longtemps, les cellules de celles-ci s'adaptant mieux à la vie sans air que les cellules des sorbes et des nèfles.

La fermentation que nous avons observée dans les fruits de la seconde et de la troisième catégorie est-elle semblable à la fermentation alcoolique déterminée par la levure de bière ? Ne se rapproche-t-elle pas plutôt des fermentations étudiées récemment par M. Perdrix et par M. Grimbert ? On pourrait incliner vers cette seconde hypothèse, d'autant que la fermentation du bacille amylozyme de M. Perdrix par exemple, produit à côté de l'alcool ordinaire, une certaine quantité d'alcool amylique et d'acide formique, comme dans nos fruits. Mais cette fermentation est caractérisée par la production d'hydrogène, alors que ce gaz n'accompagne pas l'anydride carbonique dégagé pendant la fermentation due à la levure de bière.

L'existence ou l'absence d'hydrogène dans les gaz dégagés par les fruits nous permettait donc de nous prononcer.

Or, nous n'avons jamais constaté d'hydrogène dans les gaz émis par nos fruits. Nous sommes donc en droit de supposer que la fermentation des fruits est une fermentation alcoolique semblable à celle produite par les cellules de la levure de bière ; elle est produite par

les cellules mêmes du fruit, car nous n'avons jamais pu constater la présence de globules de levure dans l'intérieur des fruits.

On sait que MM. Lechartier et Bellamy ont étudié la façon de se comporter des fruits placés dans une atmosphère dépourvue d'oxygène ; ils ont constaté la formation d'alcool par les cellules de ces fruits. L'étude que nous venons de faire des fruits de la seconde et de la troisième catégorie montre que, grâce aux transformations pectiques, la majeure partie des fruits se trouvent, à une certaine période de leur existence, placés à peu près dans les mêmes conditions que les fruits de ces auteurs et se comportent de la même façon.

En résumé, il résulte de notre étude que :

1° Les acides disparaissent dans les fruits en dégageant plus de gaz carbonique qu'ils n'empruntent d'oxygène à l'atmosphère ; ils forment des hydrates de carbone.

2° Les tannins disparaissent au contraire alors que le quotient respiratoire des fruits est inférieur à l'unité ; ils ne forment pas d'hydrates de carbone et tant qu'ils existent les fruits ne blettissent pas.

3° Aussitôt les tannins disparus, le blettissement survient, c'est-à-dire qu'on observe de suite la transformation pectique de la pectose des parois cellulaires ; il s'en suit l'obstruction des méats inter-cellulaires, l'asphyxie, la fermentation alcoolique et la formation d'éthers parfumés. En même temps, le quotient respiratoire devient supérieur à l'unité ; c'est le quotient de fermentation qui diffère essentiellement du quotient également supérieur à l'unité observé pendant la disparition des acides et qu'on appelle quotient d'acides.

M. Edmond GAIN

Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Nancy.

DÉVELOPPEMENT DES LUPINS ISSUS DE GRAINES A COTYLÉDONS MUTILÉS [581.1]

— *Séance du 7 août 1897* —

On sait que chacun des organes de l'embryon a une vie propre et possède la faculté de régénérer les autres ; tous les organes embryonnaires sont autonomes et il y a régénération possible des parties mutilées (1). Il faut noter aussi qu'on admet généralement que le poids des plantes issues de graines est proportionnel aux réserves spermodermiques.

Quand on mutile les cotylédons, on prive la plantule d'une partie des réserves qui constituent des aliments internes. On lui enlève en outre un organe qui fait partie de son plan d'organisation et par suite peut jouer un rôle complexe dans la biologie de la plante jeune ou adulte.

Nous avons abordé l'étude spéciale des conséquences de telles mutilations, affectant différents types de graines. Les résultats suivants sont relatifs au Lupin.

Choix des graines. — Des graines de Lupin sont pesées sèches et l'on prend celles qui ont le même poids. Ces graines sont mises dans un germoir et, après 40 heures environ, on choisit les graines qui ont fendu leurs téguments sans que la radicule soit sortie. On en pèse un certain nombre séparément et l'on choisit des graines ayant le même poids à 1/200 près.

Dans les expériences citées plus loin, on a pris des graines pesant, gonflées, de 1 gr.,010 à 1 gr.,015, téguments compris. L'erreur

(1) Van Tieghem, *Recherches physiologiques sur la germination* (Annales de l'École normale Sup. 1873. p. 13).

pouvant provenir des variations dans l'eau absorbée, est réduite au minimum, grâce aux précautions précédentes. D'autre part, comme on a eu soin de prendre les graines toutes à un stade précis de la germination, on évite autant que possible les variations individuelles.

Semis. — Ces graines sont semées séparément dans des pots renfermant un même pôids de la même terre. Ce sol était préalablement préparé par tamisage, de façon à être bien homogène. Il y a avantage à donner peu de terre à chaque plante ; de cette façon, en effet, l'aliment interne a un rôle relativement plus important. Les arrosages, l'exposition au point de vue de la chaleur et de l'éclairement ont été rigoureusement semblables pour chacune des plantes. Les pots étaient maintenus sur les fenêtres sud d'un laboratoire, extérieurement ou intérieurement suivant la température.

Une cause d'erreur pouvait peut-être provenir des actions microbiennes, dans les différents pots, pendant la végétation. Comme vérification dans une expérience supplémentaire, on a employé de la terre stérilisée par la chaleur, de façon à détruire les germes et ferments du sol. La marche de la végétation a été la même ; les résultats étaient d'ailleurs aussi comparables avec le sol non stérilisé.

Mutilations. — Les semis ayant été faits le 24 février, on a pratiqué les mutilations comparatives le 8 mars, alors que les axes hypocotylés soulevaient les cotylédons au niveau du sol. A ce moment là, la radicule était déjà bien développée et les premières feuilles de la gemmule encore abritées par les cotylédons, atteignaient longitudinalement seulement quatre millimètres. Le tégument de la graine était séché et près de tomber. Ayant enlevé les téguments, on a divisé les pots en trois séries :

1re série : plantes dont on a coupé les deux cotylédons à la base.
2e série : plantes dont on a coupé un cotylédon à la base.
3e série : plantes laissées avec leurs deux cotylédons.

Par comparaison, nous avons déterminé le poids frais des téguments au début, soit 0 gr.,180 à 0 gr.,200. Le poids de l'embryon était donc environ de 0 gr.,820. Les mutilations ont été faites au scalpel. Les parties enlevées pesaient : 1re série, 0 gr.,795 ; 2e série, 0 gr.,390 à 0 gr.,400. On voit qu'on peut admettre que les plantes mutilées le 8 mars ont perdu :

Pour la 1re série = la totalité des réserves, restantes dans les cotylédons accrus, et représentées par un poids frais sensiblement égal au poids frais initial des réserves cotylédonnaires.

Pour la 2e série = sensiblement la moitié des réserves.

Dans cette expérience, on obligeait les plantes jeunes de la 1re série à s'alimenter presque exclusivement à l'extérieur par les racines et les feuilles encore peu développées.

On leur supprimait l'alimentation interne cotylédonnaire normale correspondant à cette première période du développement. Pour les plantes de la 2e série, l'alimentation interne était encore possible jusqu'à épuisement du cotylédon restant. La 3e série servait de témoin.

Marche de la végétation. — La marche de la végétation est différente dans les trois séries. Il y a un retard pour les séries *1* et *2*. La privation d'aliment interne ne se manifeste pas seulement en diminuant la vitesse de croissance, mais encore dans la capacité de croissance en longueur, en volume et en poids. (Voir tableau spécial page suivante.)

Ainsi, le poids sec moyen de la partie aérienne d'une plante adulte était comparativement :

3e série = 100
2e série = 55
1re série = 28

Il y a donc sensiblement un rendement en poids proportionnel aux réserves de la graine.

La floraison est retardée pour la série (2) et plus encore pour la série (1).

Le nombre de fleurs est moindre aussi dans ces deux cas.

Ainsi, une faible privation de réserves a pour conséquence ultérieure une réduction très importante dans la production en poids et en volume. Ce fait d'ailleurs est connu dans ses conditions générales, mais il y a à notre avis une conséquence aussi importante, non encore mise en évidence, c'est la variation morphologique de la plante.

Variations morphologiques. — Les plantes de la série (1) diffèrent des plantes de la série (3) par plusieurs caractères extérieurs. Elles ne sont pas semblables au sens géométrique du mot. Les plantes de la série (2) présentent des caractères intermédiaires.

La privation des réserves manifeste davantage son action sur la croissance pendant la première partie de la végétation, mais cette action se continue jusqu'à la floraison.

VÉGÉTATION DES LUPINS A COTYLÉDONS MUTILÉS

[Semis : 24 février — Mutilations : 8 mars.]

SÉRIES	Nos DES ÉCHANTILLONS	15 MARS				3 AVRIL				3 MAI				6 JUIN			
		Longueur de la tige.	Longueur de l'axe hypocotylé	Hauteur de la partie aérienne.	Nombre de feuilles.	Longueur de la tige.	Longueur de l'axe hypocotylé.	Hauteur de la partie aérienne.	Nombre de feuilles.	Longueur de la tige.	Longueur de l'axe hypocotylé.	Hauteur de la partie aérienne.	Nombre de feuilles.	Longueur de la tige.	Longueur de l'axe hypocotylé.	Hauteur de la partie aérienne.	Nombre de feuilles.
		m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m
I 2 cotylédons enlevés.	1	10	39	49	2	30	40	70	4	75	40	115	9	140	40	180	12
	2	11	35	46	2	27	38	65	5	60	38	98	9	120	38	158	13
II 1 cotylédon enlevé.	1	20	50	70	3	65	50	115	7	120	50	170	12	165	50	215	19
	2	21	48	69	3	80	50	130	7	165	50	215	11	215	50	265	19
III Pas de mutilation.	1	27	62	89	3	100	65	165	9	165	70	235	15	290	70	360	23
	2	28	62	90	3	125	80	205	9	165	80	245	14	230	80	310	21

On sait que les espèces végétales présentent en général une région caractéristique où la capacité de croissance est maximum. La situation de cette région sur l'axe végétatif et la valeur absolue de cette capacité de croissance, caractérisent le port de l'espèce.

Sous l'influence de la mutilation des cotylédons, cette région est déplacée et diversement suivant le stade de la végétation. En définitive, les contours de la plante adulte sont influencés par la mutilation du début. Les plantes adultes de la série (1) ont une forme conique renversée, tandis que celles de la série (3) sont élargies à la base et affectent la forme d'un cylindre surmonté d'un cône droit. Cette comparaison n'est que grossière et les photographies seules peuvent figurer exactement la déformation due à la mutilation des cotylédons. Ajoutons que les modifications morphologiques sont beaucoup plus accusées entre les séries 1 et 2 qu'entre les séries 2 et 3.

Dans nos expériences de mutilation le nombre des feuilles est différent dans les trois cas, mais la première grappe florale apparaît toujours sensiblement après le 13e entrenœud. Il y a pour la série (1) abréviation de la durée de croissance. La surface des feuilles est très diminuée en (1) mais la modification la plus notoire consiste dans la réduction du nombre des folioles des feuilles. On sait que la feuille du Lupin est composée palmée. Les feuilles de la série (3) présentaient rarement 5 et 6, et ordinairement 7 folioles. Dans la série (1) c'est le nombre 5 qui est le plus fréquent et certaines feuilles peuvent parfois n'avoir que 4 folioles, ce qui leur donne un facies particulier. Le tableau suivant donne une idée des variations constatées, à cet égard, le 4 juin, à maturité.

SÉRIES	N°s des échantillons.	NOMBRE de feuilles.	NOMBRE TOTAL des folioles.	NOMBRE MOYEN théorique des folioles par feuille.
I	1	12	61	5.08
	2	13	71	5.38
II	1	19	109	5.73
	2	19	110	5.78
III	1	23	139	6.05
	2	21	128	6.09

Les expériences précédentes ne sont que des expériences préliminaires relatives au rôle important de l'alimentation interne au début

et pendant la végétation ; question dont l'étude a été jusqu'ici peu abordée expérimentalement.

Jusqu'à quel minimum cette alimentation interne peut-elle être réduite ? Quelles sont les conséquences morphologiques ou physiologiques, pour l'individu et pour l'espèce, d'une diminution partielle, d'une diminution maximum ou d'une suppression temporaire des réserves internes de la plante ? Toutes les réserves embryonnaires sont-elles indispensables ou n'y a-t-il pas une réserve de prévoyance ? Dans quelle mesure exacte l'alimentation externe peut-elle suppléer à l'alimentation interne ? Telles sont les points principaux qui sont encore à résoudre relativement à cette question.

Par suite d'influences parasitaires il arrive fréquemment dans la nature que les cotylédons sont plus ou moins mutilés. C'est le cas par exemple des graines de Légumineuses envahies par les Bruches. La résolution des questions précédentes peut donc concourir à l'explication d'un certain nombre de variations morphologiques qui peuvent être des conséquences du parasitisme.

Des expériences citées dans cette note on peut tirer les conclusions suivantes relatives au Lupin :

1) Par mutilation des cotylédons pendant la germination, la plus grande partie des réserves embryonnaires peut être enlevée sans compromettre l'existence de la plante et sa floraison.

2) Cette mutilation influence beaucoup la vitesse, la capacité et la durée de la croissance de la plante, jusqu'au stade adulte. L'accroissement en poids est aussi très modifié.

3) Il en résulte des variations morphologiques importantes qui intéressent surtout le port de la plante, le nombre des folioles des feuilles, le nombre et la surface des feuilles.

M. C. QUEVA

Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Lille

ANATOMIE DES TUBERCULES DES UVULARIÉES

[584.32]

— *Séance du 7 août 1897* —

Les Uvulariées sont des Liliacées dont les réservoirs nutritifs souterrains sont des rhizomes ou des tubercules. Les Uvulariées pourvues de tubercules sont rapportées à quatre genres (*Gloriosa*, *Littonia*, *Sandersonia*, *Walleria*); j'ai pu étudier des plantes appartenant aux deux premiers genres.

Les *Gloriosa* et les *Littonia* sont des plantes grimpantes dont la tige aérienne, dressée dans la région inférieure, s'accroche aux plantes voisines par des vrilles résultant de la transformation de la pointe des feuilles. Dans les deux genres, l'organe hibernant est un tubercule fourchu dont les deux branches peuvent être inégales et irrégulièrement renflées. Lorsque la plante reprend sa végétation, une tige se développe à la pointe inférieure de chacune des branches du tubercule, nous avons donc deux tiges aériennes.

Le développement de ces pousses feuillées utilise les réserves accumulées dans le tubercule ancien, tandis qu'à la base de chaque tige se forme un nouveau tubercule à deux branches. Il en résulte qu'à la fin de chaque période de végétation on a deux tubercules semblables à celui qui a été mis en culture. Le mode de formation des branches du tubercule a pour effet d'enfoncer la plante de plus en plus dans le sol puisqu'à chaque formation d'un nouveau tubercule la base de la tige se trouve reportée pour l'année suivante plus profondément sous la surface du sol. Cet enfoncement de la plante, très accusé dans les deux premières années, s'atténue par la suite, à cause du raccourcissement des branches du tubercule.

Th. Irmisch, dans son étude sur les *Gloriosa* (1) décrit la formation

(1) Th. Irmisch, Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pflanzen 4. Abtheilung. 3 *Methonica* (*Gloriosa*) *virescens* Kunth et *M. Superba*. Halle, 1863, 3 pl.

du tubercule chez *Gl. virescens* dont il a étudié succinctement le développement au point de vue morphologique. L'auteur a le mérite d'avoir nettement établi que cet organe a la valeur d'un renflement de la base du 3e entrenœud de la tige principale. Deux protubérances formées sur ce renflement s'enfoncent dans le sol; elles portent à leur extrémité inférieure, l'une le bourgeon axillaire de la seconde feuille, l'autre, celui de la 3e feuille. Irmisch a observé encore cette particularité de la situation du bourgeon axillaire de la 3e feuille, non pas au niveau de l'insertion de cette feuille, mais au fond d'un canal qui se continue tout le long de l'entrenœud sous-jacent et sur la seconde branche du tubercule jusqu'à sa pointe.

J'ai repris l'étude d'Irmisch pour le *Gloriosa superba* en étudiant l'anatomie de la plante aux divers stades de son développement, depuis l'embryon dans la graine jusqu'à la forme adulte. Les résultats auxquels je suis arrivé confirment en général et complètent au point de vue anatomique les données du savant botaniste.

L'embryon dans la graine ne renferme aucune trace de tubercule. A la germination, la jeune plante développe successivement un certain nombre de feuilles. Il n'y a de bourgeon ni dans l'aisselle du cotylédon ni dans celle de la première feuille. Ces deux premières feuilles ont une très longue gaine. L'axe hypocotylé est court, mais reconnaissable, sa longueur est de 2 millimètres environ. Les deux premiers entrenœuds de la tige principale sont excessivement courts, tandis que le 3e entrenœud atteint 6 à 8 centimètres de long.

Lorsque la tige porte ses cinq premières feuilles, on la voit se renfler dans une région qui correspond à la base du 3e entrenœud. Le nœud 2 et la région inférieure de la plante ne subissent aucune transformation. A ce stade, on trouve un bourgeon dans l'aisselle de chacune des feuilles F_2 et F_3, mais le bourgeon axillaire de la feuille F_3 ne se trouve pas au niveau de la base de cette feuille, il est placé au fond d'un étroit canal qui s'ouvre vers le haut dans l'aisselle de la feuille et se termine vers le bas un peu au-dessus du nœud 2; ce canal parcourt donc toute l'étendue de l'entrenœud 3. — Les autres feuilles de la plante n'ont pas de bourgeon axillaire. Ces feuilles sont toutes réparties suivant le cycle $\frac{1}{2}$.

Comme autre particularité de la plante à ce stade, nous voyons une forte racine secondaire, insérée sur la base de la première racine, sortir de l'étui cortical de celle-ci. La surface de cette racine secondaire est plissée circulairement comme si son faisceau s'était raccourci; la jeune plante s'enfonce, comme tirée par cette racine dans un étui formé

par la gaine cotylédonaire, ainsi que par la région corticale de l'axe hypocotylé et de la racine principale.

Dans la suite de son développement, le renflement qui produira le tubercule prend une première protubérance, puis une seconde diamétralement opposée. Ces saillies s'allongent en descendant et portent à leur extrémité : la première, le bourgeon axillaire de F_2, la seconde, le bourgeon axillaire de F_3. On peut suivre le canal axillaire tout le long de la face supérieure de cette seconde branche du tubercule jusqu'à sa pointe. Le tubercule est complètement recouvert par les gaines accrues des deux premières feuilles dont l'insertion se fait au-dessous de la partie tubérisée.

Le premier tubercule du *Gloriosa superba* a donc, comme celui du *Gl. virescens*, la valeur d'une hypertrophie de la région inférieure du 3e entrenœud de la tige principale sur laquelle se forment deux protubérances portant à leur extrémité inférieure, l'une le bourgeon axillaire de la seconde feuille, l'autre le bourgeon de la 3e feuille. Cette dernière branche est parcourue contre la face supérieure par le canal axillaire.

Chacun des tubercules successivement formés par la plante a de même la valeur d'un renflement de la région inférieure de la tige aérienne. Les appendices de cette région sont : une écaille qui entourait le bourgeon, puis deux feuilles F_1 et F_2 réduites à leur gaine et insérées tout à la base de la tige ; la 3e feuille est insérée 10 centimètres plus haut, elle possède, ainsi que la 2e feuille, un bourgeon axillaire. Ce sont ces deux bourgeons qui sont transportés aux extrémités des deux branches du nouveau tubercule, lequel est enveloppé dans les gaines des deux feuilles inférieures. Très souvent dans ces tubercules le canal axillaire de la 2e branche s'élargit beaucoup dans la région moyenne de celle-ci.

D'après le mode de développement des tubercules successifs et des pousses aériennes des *Gloriosa*, nous voyons que les tiges d'une année quelconque résultent du développement des deux bourgeons axillaires d'une tige de l'année précédente. Si les tiges d'une certaine année sont d'ordre n, celles de l'année suivante seront d'ordre $(n + 1)$.

Dans le genre *Littonia* dont je n'ai pu étudier que de jeunes plantes, le tubercule a la même forme que chez les *Gloriosa*, mais ses dimensions sont un peu plus faibles. Le tubercule se renouvelle également chaque année.

J'ai observé chez le *Littonia modesta*, dans la formation du tubercule, des caractères qui distinguent nettement cette plante des *Gloriosa*. La 1re feuille de la jeune plante est la seule qui soit pourvue

d'une très longue gaine. La 2e feuille est tout à fait comparable, comme forme et comme insertion, à la 3e feuille des *Gloriosa*. D'autre part, tandis que chez les *Gloriosa* c'est le bourgeon axillaire de la seconde feuille qui est transporté au sommet de la première branche, c'est, chez *Littonia*, celui de la 1re feuille. De même, le bourgeon axillaire situé au fond du canal axillaire est celui de la 3e feuille chez *Gloriosa*, de la 2e feuille chez *Littonia*. Tandis que chez *Gloriosa*, au moins pour le premier tubercule, l'enveloppe est double et composée des gaines des deux premières feuilles, le tubercule de *Littonia* n'est jamais entouré que par une seule gaine.

Il est probable que des différences analogues existent en ce qui concerne la formation des tubercules successifs des plantes plus âgées, mais je n'ai pu encore, faute de matériaux, élucider cette question.

Quoi qu'il en soit, les caractères fournis par l'étude anatomique et morphologique des tubercules peuvent être ajoutés à ceux des organes floraux pour distinguer les deux genres *Littonia* et *Gloriosa*, comme le montre le tableau suivant :

	GENRE GLORIOSA	GENRE LITTONIA
Dans la jeune plante, le tubercule débute par un renflement de la région inférieure.....	du *troisième* entrenœud.	du *second* entrenœud.
Le bourgeon subterminal de la 1re branche du tubercule est.....	le *bourgeon axillaire de la 2me feuille.*	le *bourgeon axillaire de la 1re feuille.*
Le bourgeon subterminal de la 2me branche du tubercule est.....	le *bourgeon axillaire de de la 3me feuille.*	le *bourgeon axillaire de la 2me feuille.*
	Les *deux premières feuilles* de la jeune plante *sont engainantes* et leurs gaines s'élargissent pour envelopper le 1er tubercule.	La *1re feuille seule est engainante* et sa gaine est la seule enveloppe du tubercule.

M. GÉNEAU DE LAMARLIÈRE

Chargé de cours à l'Ecole de Médecine de Reims.

SUR LA CONSTITUTION DE LA MEMBRANE CELLULAIRE CHEZ LES MUSCINÉES [581.8]

— *Séance du 7 août 1897* —

Depuis quelques années les travaux de M. Mangin (1) sont venus jeter quelque lumière sur la constitution chimique de la membrane chez les Phanérogames et chez quelques Cryptogames (Champignons et Algues). Je me suis demandé si les Muscinées présentaient les mêmes réactions que les végétaux cités plus haut. Bien que n'ayant encore expérimenté que sur un très petit nombre d'espèces et sur les feuilles seulement, je suis arrivé à des résultats suffisamment nets pour pouvoir en tirer quelques conclusions.

Voici l'exposé des recherches faites sur le *Mnium hornum L.*

Des échantillons stériles de cette Mousse ont été prélevés au milieu de touffes bien développées et traités en entier par la méthode de Hofmeister (solution de chlorate de potasse et d'acide chlorhydrique étendu). Après quelques jours, les objets à étudier étaient complètement décolorés ; je les laissai néanmoins séjourner pendant environ deux mois dans le réactif. Puis, au moyen des diverses méthodes connues, je cherchai à mettre en évidence les substances fondamentales de la membrane.

a) *Recherche de la cellulose par les réactifs iodés.* — Les feuilles traitées par la méthode de Hofmeister, puis par une solution alcoolique saturée de potasse caustique ont été mises ensuite dans une goutte de chloroiodure de zinc. Lavées à l'eau pure, et examinées, par transparence au microscope, elles ont montré une coloration d'un bleu intense dans les cellules de la nervure, qui occupe le milieu de la feuille. (Il faut observer que cette nervure est formée de plusieurs assises d'éléments). La marge qui borde tout le tour de la feuille se colore aussi, mais d'une manière

(1) MANGIN : *Passim*. C. R. de l'Acad. des Sciences. Années 1888 et suiv.

moins intense. Le réactif paraît d'ailleurs avoir de moins en moins d'action, dans la nervure comme dans la marge, à mesure que l'on considère des portions plus rapprochées du sommet de la feuille. Quant aux cellules du parenchyme chlorophyllien de la feuille, qui, comme on le sait, sont réparties en une assise unique, elles présentent encore une coloration bleue dans leur membrane, mais la teinte est généralement faible, sauf dans les cellules de la base de la feuille, qui sont un peu plus allongées que les autres, et qui montrent ordinairement une coloration un peu plus accentuée, restant toutefois plus faible que celle de la marge. Il n'est pas rare de voir certains groupes irréguliers de cellules, disposés sans ordre, prendre une teinte bleue plus foncée que celle des cellules voisines. Peut-être faut-il attribuer ces taches à des imperfections de la préparation. J'ai essayé de prolonger l'action du réactif iodé pendant un certain temps : j'ai simplement obtenu une coloration plus intense, mais les rapports entre les teintes des diverses régions restaient les mêmes.

On voit très nettement dans le parenchyme chlorophyllien que la lame moyenne des membranes séparant deux cellules voisines, qualifiée autrefois de substance intercellulaire, ne se colore pas par le chloroiodure de zinc ; seules les lames internes se colorent en bleu.

b) *Recherche de la cellulose par le réactif cupro-ammoniacal.* — Des matériaux identiques aux précédents, traités par la méthode de Hofmeister, puis par le réactif de Schweizer, n'ont montré au premier abord qu'une légère coloration bleuâtre, disparaissant lentement par un lavage à l'eau claire. En laissant séjourner les feuilles pendant 48 heures dans le réactif cuprique, on peut observer çà et là des gonflements de la paroi, surtout dans la portion médiane du limbe. Après un séjour plus long encore dans le réactif, le gonflement étant général sur toute la surface interne de la cellule est plus difficile à mettre en évidence.

c) *Recherche de la cellulose par les deux méthodes précédentes combinées.* — Les feuilles traitées pendant plusieurs jours par le réactif cupro-ammoniacal, puis lavées à l'eau pure et à l'acide acétique sont plongées dans une goutte de chloroiodure de zinc. Lavées encore une fois à l'eau elles montrent une coloration bleue intense dans toute leur étendue. Examinées au microscope, elles laissent voir que les espaces correspondant aux cavités des cellules, sont remplis d'une substance colorée en bleu foncé, tandis que le réseau formé par la substance intercellulaire se détache sur le fond bleu, en un réseau de lignes brillantes très réfringentes et incolores.

d) *Recherche de la cellulose par les colorants organiques.* — Les feuilles du *Mnium hornum* traitées par la méthode de Hofmeister, se sont montrées sensibles aux colorants organiques de la cellulose. Ainsi le rouge congo colore d'une manière intense la base de la feuille, la nervure, la marge, les dents ; mais faiblement la partie médiane du parenchyme chlorophyllien. Le sommet de la feuille est un peu plus fortement coloré. Ces teintes sont à peine affaiblies par l'alcool absolu, et la préparation peut se monter au baume du Canada. De même la benzopurpurine colore en rouge intense la base de la feuille, et en brun rouge la marge et la nervure.

La coloration bleue obtenue avec les réactifs iodés sur la membrane cellulaire du *Mnium hornum* ainsi que les gonflements produits par le réactif de Schweizer, montrent que cette membrane contient de la cellulose. Mais d'autre part les variations de l'intensité des colorations dans les diverses régions, aussi bien que la résistance de la lame intercellulaire à l'action des réactifs montre que la cellulose n'est pas seule à former les parois des cellules ; ce sont les substances qui l'accompagnent qu'il s'agit maintenant de déterminer.

a) *Recherche des composés pectiques par la voie des réactifs iodés.* — Comme par la méthode de Hofmeister on dissout la callose et les substances imprégnantes de la membrane, il en résulte, au moins au degré où en sont arrivées les connaissances actuelles sur la constitution de la membrane, qu'il ne doit plus rester après ce traitement que de la cellulose, et ces corps divers encore peu connus, présentant un certain nombre de réactions identiques, et qui ont été rangés dans une même catégorie, celle des composés pectiques. Je crois avoir assez démontré précédemment que les feuilles du *Mnium hornum* traitées par les réactifs iodés, laissaient voir des intensités de coloration très différentes selon les diverses régions de la feuille, ce qui tendrait à faire soupçonner tout au moins la présence des composés pectiques dans ces membranes.

b) *Recherche des composés pectiques par la voie cupro-ammoniacale et les réactifs iodés combinés.* — Mais ce ne peut être là encore qu'une hypothèse ; celle-ci prend cependant de la consistance lorsqu'on examine les feuilles traitées d'abord par le réactif de Schweizer et ensuite par le chloro-iodure de zinc. On trouve en effet, dans ce cas, la cellulose gonflée et colorée en bleu foncé, tandis qu'il reste un réseau incolore et réfringent d'une substance occupant la place de la substance intercellulaire, qui, comme on le sait, est formée, au moins chez les Phanérogames, par des composés pectiques.

D'ailleurs, en traitant par la potasse la feuille décolorée par le réactif de Hofmeister, on obtient une dissociation rapide des cellules, et en particulier de celles des nervures et de la marge. Les composés pectiques étant solubles dans les alcalis, cette expérience montre bien que ces composés forment, sinon à eux seuls, au moins en majeure partie, la substance intercellulaire des feuilles.

c) *Recherche des composés pectiques par la voie des réactifs colorants organiques ou minéraux.* — Les feuilles du *Mnium hornum*, convenablement décolorées et traitées par une solution neutre de fuchsine, fixent énergiquement le colorant sur la nervure et la marge. Le parenchyme chlorophyllien se colore d'une manière moins intense, mais il est probable que cette faible coloration est due au peu d'épaisseur de ce tissu.

La solution neutre de bleu de méthylène donne aussi de fortes colorations et agit dans le même sens que la fuchsine. Il en est encore de même de la phénosafranine en bain neutre.

Mais comme ces colorants sont également fixés par les matières azotées, la cutine, etc., qui pourraient se trouver associées dans la

membrane aux composés pectiques, il est nécessaire de faire une contre-épreuve. Les feuilles colorées ont été traitées par l'alcool à 90°, puis par l'alcool absolu. La coloration a disparu de toute l'étendue de la feuille, ne laissant que de faibles traces dans la nervure et la marge, qui, par suite de leur épaisseur plus grande, avaient pu conserver, malgré leur long séjour dans le liquide de Hofmeister, quelques traces de corps étrangers.

Les faits précédents n'en démontrent pas moins bien que l'on a affaire ici à des composés pectiques ; et, comme dernière preuve, je citerai les colorations obtenues avec l'oxychlorure ammoniacal de ruthénium, dit *rouge de ruthénium*. Ce réactif se fixe d'une manière énergique sur toutes les membranes des cellules de la feuille. Si l'on suit au microscope son action, qui est assez lente, on voit, avec la plus grande évidence que les parties qui se colorent le plus rapidement sont le sommet de la feuille, la nervure et la marge. Mais, après un certain temps, toutes les parois deviennent presque uniformément colorées. Toutefois, on distingue une teinte bien plus foncée dans la lame moyenne de la membrane, ce qui fait voir, une fois de plus, que celle-ci (substance intercellulaire) est formée de composés pectiques beaucoup plus purs.

Des expériences précédentes et au point où j'en suis arrivé de mes recherches, je crois qu'il est possible d'admettre, au moins dans les cellules des feuilles du *Mnium hornum* et de quelques espèces voisines, la présence de deux ordres de substances fondamentales : 1° Les composés pectiques, qui, comme dans les Phanérogames forment la trame primitive des cloisons ; 2° La cellulose qui se trouve surtout dans les portions de la paroi les plus rapprochées de la cavité cellulaire, et généralement en mélange en différentes proportions avec les composés pectiques.

Quand j'aurai dit que mes essais ont été infructueux pour déceler la présence de la callose dans ces mêmes membranes, rien ne sera à modifier pour le moment aux conclusions précédentes (1).

---

(1) Ces recherches ont été faites au Laboratoire d'Histoire naturelle de l'Ecole de Médecine et de Pharmacie de Reims.

M. Maxime CORNU

Professeur au Muséum d'histoire naturelle, à Paris.

A PROPOS DE NOUVELLES PLANTES A CAOUTCHOUC

[580-678]

— Séance du 9 août 1897 —

Depuis un certain nombre d'années, l'attention se porte avec ardeur et insistance du côté des plantes à caoutchouc ; de grands efforts paraissent tentés en vue d'en régulariser les sources, d'en établir des plantations et de recueillir le latex des plantes productrices de cette précieuse substance.

Le commerce qui paie un prix très élevé les sortes les plus pures et les meilleures, est intéressé, d'ailleurs, à ce que le prix ne s'élève pas trop. La destruction des plantes, dans les pays d'origine, est la conséquence générale et inévitable des récoltes, de telle sorte que tout pays actuellement producteur abondant de caoutchouc, s'épuise directement par les envois qu'il fait. Aussi, le commerce accueille-t-il avec une réelle faveur toutes les informations qui annoncent l'apparition d'une plante nouvelle à caoutchouc, plante dont le produit ou, tout au moins, la crainte, empêchera le relèvement exagéré des cours.

La récolte du latex, d'abord confinée le long des côtes, a dû reculer vers l'intérieur des continents ou gagner les régions inexplorées, peu sûres, difficilement abordables ; de nouvelles relations commerciales se sont établies entre les traitants de la côte et l'intérieur. Ces traitants ont tout intérêt à cacher ces relations nouvelles, ils contribuent à propager la nouvelle découverte qui permet d'expliquer l'accroissement sur place d'un commerce dont ils devront cacher l'origine, commerce difficile à expliquer autrement, dans une région qui devrait s'épuiser de plus en plus avec les années.

Pour l'Afrique occidentale, il est de notoriété publique, au Soudan, que Samory, le conquérant noir, fait récolter d'immenses quantités de caoutchouc dans les pays qu'il a conquis et dévastés : son caout-

chouc, vendu à la côte, doit être considéré comme l'une des sources les plus importantes par lesquelles s'est alimenté le commerce et lui a permis de se procurer de la poudre et des armes ; ceci, je le répète, est de notoriété publique dans les régions où nous avons passé après lui.

Un de mes excellents correspondants, le docteur Coppin, médecin de la marine, qui résida plusieurs années à Kankan et y a recueilli d'importants documents sur les lianes à caoutchouc, a pu retrouver des nègres ayant travaillé pour Samory : pour obtenir une plus grande quantité de produits, ils se livraient même à des falsifications exécutées régulièrement ; ils mélangeaient au latex d'une bonne espèce de *Landolphia* le latex d'une autre, beaucoup plus commune, mais inutilisable, dans la proportion de 1/3 de cette dernière pour 2/3 de l'autre.

Il est beaucoup question du *Kickxia* depuis plusieurs années et surtout en France, depuis quelques mois ; on attribue à cette plante l'augmentation du commerce de la côte occidentale d'Afrique dans ces dernières années ; mais la raison donnée ci-dessus doit intervenir également dans une très forte proportion.

L'extrême difficulté de coagulation du latex, l'état poisseux du caoutchouc qui en résulte, enlèvent beaucoup de la valeur de cette plante sur laquelle on paraissait fonder d'abord un grand espoir.

A ce propos, je peux dire que j'ai reçu du jardin d'essai du Gabon, il y a plus de 2 ans, des graines, envoyées *sans nom*, par M. Chalot, jardinier-chef de ce jardin, graines que j'ai reconnues immédiatement pour être celles du *Kickxia africana*. Elles ont parfaitement germé et m'ont donné des plantes qui se développent assez bien, mais ne présentent pas une vigueur comparable à celle des *Landolphia*, des *Ficus*, *Manihot Glaziovii*, *Hevea brasiliensis*, etc.

Il ne semble pas que dans des cultures régulièrement entreprises, le *Kickxia* doive donner rapidement des récoltes.

J'ai reçu, dès 1887, parmi les graines de diverses Apocyées (que M. Pierre, jardinier-chef du jardin d'essai de Libreville, voulut bien recueillir, sur ma demande), un certain nombre de graines de *Strophantus* et les graines du *Kickxia*, si caractéristiques. Je communiquai à M. Pierre cette détermination ; j'ajouterai d'ailleurs que plusieurs des graines reçues à cette époque furent communiquées à M. le docteur Blondel et à M. Catillon qui s'occupaient de la question des *Strophantus* alors très brûlante ; parmi ces graines se trouvaient le *Kickxia*. Malheureusement, de ces graines semées avec soin, je ne pus tirer aucune plante : sans cela, après dix années, nous aurions

aujourd'hui des données bien plus précises sur ce qu'on peut en attendre comme rapidité de développement.

Le *Kickxia* n'est pas la seule espèce sur laquelle on ait appelé l'attention : il en est une qu'on cite de nouveau de temps en temps, le *Calotropis procera*, l'*oschur* ou *oscher* des Arabes : et périodiquement on en reparle au Soudan comme d'une source nouvelle de caoutchouc.

Le *Ficus (Urostigma) Vogelii* dans la même région a donné lieu, il y a un certain nombre d'années, à des affirmations analogues qui ne paraissent pas s'être réalisées.

Cette espèce ne semble pas rare sur la côte occidentale d'Afrique. J'en ai reçu des graines abondantes et en parfait état de conservation, du Dr Jullien, alors en mission dans la République de Libéria pour la Compagnie du canal interocéanique. Ce naturaliste, dont nous déplorons aujourd'hui la perte récente, avait exécuté, paraît-il, un certain nombre de photographies représentant cette espèce qu'il déclarait fort commune.

Je n'ai eu communication que d'une seule épreuve et encore dans un état assez imparfait de netteté ; il savait qu'on pouvait en extraire une sorte de caoutchouc ; mais il ne paraissait y attacher qu'une importance médiocre et ne le considérait que comme curieux. Les publications d'Europe étaient d'un autre sentiment ; on en parlait beaucoup à cette époque comme une source nouvelle de caoutchouc ; mais il ne semble pas qu'on en recueillit une grande quantité : du moins la plante n'était pas coupée, comme cela se pratique généralement, en pays nègre. Elle subsistait à la côte en maint endroit, très accessible, ce qui ne semble pas indiquer une recherche très active de la plante. Le Dr Jullien en ignorait d'ailleurs le nom ; c'est plus tard seulement que je parvins à l'identifier. Les semis nous ont donné une quantité considérable de jeunes plants qui furent mis en distribution sur les listes que j'établis chaque année pour les échanges avec les jardins botaniques. Au Muséum d'histoire naturelle, j'en possède des exemplaires soignés particulièrement, c'est-à-dire rempotés dans des vases plus larges que les autres et mis dans une meilleure situation, qui, depuis plusieurs années, ont plus de 4 mètres et dont la tige, demeurée assez grêle, est couverte d'une quantité considérable de racines adventives.

J'ai reçu successivement des graines de ce *Ficus* de divers correspondants habitant l'Afrique occidentale ; le R. P. Sébire, directeur de la pépinière de la Mission de Thiès, au Sénégal ; M. Lenoir, depuis chef du service vétérinaire du Soudan et tué si malheureusement à

Tombouctou et d'autres encore, l'ont envoyé sous forme de fruits, avec divers autres *Ficus*, sans y attacher une importance particulière.

D'autres espèces de *Ficus*, signalées comme donnant du caoutchouc, ne méritaient sûrement pas cette mention; quant au *F. Vogelii*, la résine qu'il renferme en diminue beaucoup la valeur.

Le bruit qu'on a fait autour de cette plante s'est peu à peu éteint et elle ne paraît pas destinée à des essais de culture. La végétation en est cependant vigoureuse. Quant aux plantes très anciennement connues, elles sont injustement délaissées. On oublie trop les plantations spéciales qui ont été faites depuis longtemps dans l'Inde et qui ont donné des succès partiels.

S'il y avait une culture à conseiller d'une plante donnant une quantité raisonnable de caoutchouc à un certain âge et pouvant pousser avec vigueur en pays tropical, on pourrait s'adresser au *Ficus elastica*, dont les plantes d'origine sont faciles à obtenir par tout pays.

Sans doute, le caoutchouc n'est pas de première qualité, la récolte est assez longue à obtenir et le latex n'est pas très facile à coaguler, mais telle qu'elle est, cette espèce a une valeur très supérieure au *Kickxia* sur lequel on a déjà tant parlé.

Le docteur Coppin a bien voulu recueillir pour moi un certain nombre de produits d'arbres de lianes à latex : il les a recueillis *lui-même*, sans se fier aux dires des nègres, toujours intéressés à tromper le naturaliste et le commerçant. On lui avait affirmé qu'un certain *Ficus*, le N'Kaba, produisait un caoutchouc de bonne qualité ; il recueillit et fit coaguler le latex et vit que le produit était sans valeur. C'est peut-être là l'un des nombreux latex mélangés à celui du petit nombre de *Landolphia* véritablement très bons ; c'est ainsi que le caoutchouc du commerce est un produit essentiellement variable.

M. P. PETIT

Ancien Pharmacien, à Saint-Maur (Seine)

RÉVISION DES DIATOMÉES DE LA GUADELOUPE ET DE LA GUYANE, CONTENUES DANS L'HERBIER DE MM. MAZÉ ET SCHRAMM.

[589.61]

— *Séance du 9 août 1897* —

Les Diatomées de l'herbier de MM. Mazé et Schramm ont été déterminées par MM. Crouan frères, de Brest, et publiées dans *Un essai de classification des algues de la Guadeloupe*, Basse-Terre 1870-1877. Sur la demande de notre savant phycologiste M. le docteur E. Bornet, qui a mis à ma disposition l'herbier de MM. Mazé et Schramm, j'ai revu les déterminations des espèces et j'ai constaté qu'il s'était glissé beaucoup d'erreurs soit pour les espèces déjà connues, soit pour les espèces créées par MM. Crouan. Si ces Messieurs ont commis de si nombreuses erreurs, c'est que, comme cela arrive encore trop fréquemment aujourd'hui à beaucoup de Diatomophiles, ils ont négligé d'étudier les espèces sous leurs deux aspects : la valve et la zone.

Malheureusement l'herbier ne contient que des espèces épiphytes pour la plupart et ne donne qu'une idée incomplète de la Flore de cette région ; seulement, à côté des espèces déterminées par MM. Crouan, il existe beaucoup d'autres espèces qu'ils ont négligées et que je me propose d'étudier complètement.

Voici la liste des espèces dans l'ordre où elles se trouvent dans l'ouvrage de MM. Mazé et Schramm et à côté les noms rectifiés.

(Suit le tableau.)

		SÉRIES	ESPÈCES NOMMÉES par MM. Crouan.	RECTIFICATION
		—	—	—
Page 1.	n°s 974	Ire	Podosira Montagnei Kg.	Podosira Montagnei Kg.
	290	id.	Melosira tropica. Crouan.	N'existe pas dans l'herbier.
Page 2.	192	id.	Himantidium thermale. Crn.	Diadesmis levis Kg.
	165	IIe	Cocconeis Grevillei W. Sm.	N'existe pas dans l'herbier.
	664	Ire	Cocconeis concentrica Ehrolim.	Synonyme de C. pellucida. Gr.
	1142	id.	Cocconeis Striata Crn.	Epithemia gibberula Kg. avec la variété : E. rupestris Grun.
Page 3.	187	id.	Fragilaria capucina Desm.	Himantidium pectinale Rab.
	379	IIe	— exilis Grun.	Diadesmis levis Kg.
	23 et 133	id.	Diatoma hyalinum Kg. et Diat. vitreum Kg.	Desmogonium gujanense Ehr.
Page 4.	193	id.	Diatoma fasciculatum. Crn.	Desmogonium gujanense Ehr.
	733	Ire	Diatoma exiguum Grun.	Striatella delicatula (Kg) Grun.
	55 et 86	id.	Synedra Ulna (Nitz) Eh.	Syn. affinis Kg. var. tabulata.
	687		— septata. Crn.	Climacosphenia moniligera Ehr.
Page 5.	1107		— articulata. Crn.	d°
	»		— fulgens Grun.	N'est pas dans l'herbier.
	126	IIe	Navicula inœqualis. Crn.	Navicula rhomboïdes Ehr.
	286	Ire	Berkeleya corymbosa. Crn.	Berkeleya Harveyana Grun.
Page 6.	241	Ire	Schizonema parvum Meneg.	Berkeleya Harveyana Grun.
	242	Ire	Berkeleya pellita. Crn.	
	148	IIe	Gomphonema tenellum Kg.	Navicula Rhomboïdes Ehr.
			Diatomée en forme de navette,	
			Diatomée s'articulant dans une substance se colorant en brun.	La diatomée est épiphyte sur un Batrachospermum.
	21	Ire	Rhipidophora australis Kg.	*Mélange* de Licmophora Lyngbyei Kg. de Licmophora Ehrenbergii (Kg) Grun et de Climacosphenia elongata Bail.
Page 7.	664 *bis*	Ire	Climacosphenia moniligera Ehr.	Bon.
	383	id.	— elongata Bail.	Bon.
	71	id.	Tabellaria flocculosa Kg var.	Terpsinoë musica Ehr.
	214	id.	— antillarum Crn.	id.
Page 8.	156	id.	— thermalis Crn olim.	id.
	665	id.	Grammatophora marina Kg.	Grammatophora serpentina Ralfs
	664	id.	Rhabdonema adriaticum Kg.	Bon.
	292	id.	Terpsinoë musica Ehr.	Bon.
	375	id.	Biddulphia quinquelocularis Kg.	Biddulphia pulchella Gray. Var quinquelocularis Kg.
	165	IIe	Amphitetras favosa B et H.	*N'a pas été vue.*
			Eupodiscus Sparsus. Crn.	*N'a pas été vu ;* mais il existe dans le n° 974, mélangé au Podosira M., Coscinodiscus que je rapporte à l'Actinocyclus denticulatus Cast.

Autres numéros de l'Herbier, non cités dans l'ouvrage :

N° 329 Cocconeis pediculus. Ehr. est le Cocconeis lineata (Ehr ?) Grun.
5 Navicula ? contient : Gomphonema dichotomum Kg et Navicula major Kg.
199 Grammonema obliquata Crouan = Eunotia Camelus Ehr.

DIATOMÉES DE LA GUYANE FRANÇAISE

189 Fragilaria Schwartzii Grun est l'Himantidium pectinale Kg.
172 Melosira moniliformis Ag = Gaillonella moniliformis Bory.
173 et 167 *bis* Cymbosira Agardhii Kg. Bien nommé.

MM. C. Eg. BERTRAND, F. CORNAILLE et M. HOVELACQUE

REMARQUES SUR LA STRUCTURE DES ISOËTES [518.8]

— *Séance du 9 août 1897* —

1. Les remarques que nous présentons sont le résultat des comparaisons que M. Bertrand a pu faire entre ses observations sur la structure des Isoëtes et des Lepidodendrons et celles de MM. F. Cornaille et Maurice Hovelacque. M. Cornaille a spécialement étudié les Isoëtes. M. Hovelacque nous a donné sa belle Monographie du *Lepidodendron selaginoïdes*. Cette note résume donc un ensemble de recherches faites par des botanistes qui se rattachent au centre universitaire de Lille. Elle montrera une fois de plus l'importance qu'a la connaissance des formes végétales fossiles pour la compréhension des types de la Flore actuelle qui paraissent très isolés.

2. Bien que l'épi fructifère n'y soit pas évident, et bien que la fronde soit relativement grande et embrassante dans le jeune âge,

on a fait du genre *Isoëtes* une Lycopodinée; parce que le sporange solitaire est inséré sur la face supérieure de la fronde. On rapproche les Isoëtes des Selaginelles en invoquant l'*hétérosporisme* avec son cortège de faits secondaires et la *ligule*. Ce caractère de la ligule devrait être énoncé de la manière suivante : « La base de la fronde « des Isoëtes et des Selaginelles porte une ligule. Quand cette fronde « est fructifère, le sporange est placé sur la fronde entre la ligule et « le stipe. » Il se retrouve chez les Lepidodendrons, ligule et sporange y sont insérés sur le coussinet de la fronde. Il est indispensable désormais de rechercher ce que devient ce caractère chez toutes les plantes diploxylées. Cette position du sporange, par rapport à la ligule et au stipe, jointe aux différences de structure des stipes et des frondes, nous paraît écarter beaucoup les Centradesmides des Ophioglossées. Malgré les résultats des beaux travaux de M. Bower sur le développement et la morphologie de l'appareil sporangial, nous ne pouvons nous rallier à la conclusion de l'éminent professeur de Glasgow et faire converger Ophioglossées et Centradesmides, Comme M. Bower, nous pensons que les Ophioglossées sont un type secondaire, dérivé des Mégaphyllides, supérieur aux Fougères primitives. Mais, comme toutes les Mégaphyllides, les Ophioglossées ont une pièce sortante à pôles trachéens doubles Δ_g, Δ_d, peu importe qu'il y en ait un seul ou plusieurs. Ces pôles sont antérieurs. Pour chaque pôle, la différenciation ligneuse se fait en divergeant du pôle vers deux centres de figure γ_g, γ_d, placés de part et d'autre de la droite qui joint le pôle Δ_g, Δ_d au centre de figure C du stipe. Dans le stipe, les pôles, toujours doubles, sont profondément enfouis en pleine masse ligneuse réparatrice. Les centres de figure des faisceaux bipolaires auxquels ces pôles appartiennent, sont placés latéralement par rapport à ces pôles et non radialement. Cette organisation, très succinctement énoncée, est celle d'une Osmonde, d'un Struthiopteris, d'un Marsilia. Les petites modifications que nous y voyons ne nous rapprochent pas de la masse libéro-ligneuse radiée des Centradesmides.

3. Si l'existence d'une ligule ayant les mêmes rapports chez les Selaginelles et les Isoëtes indique que ces êtres sont relativement rapprochés parmi nos Centradesmides actuelles, on doit constater que les plantes anciennes, actuellement connues, n'indiquent aucune convergence de ces deux types l'un vers l'autre. Le genre *Miadesmia*, dont les débris ont été trouvés mêlés à ceux du *Lepidodendron Harcourtii*, par M. Bertrand, nous a appris que le type *Selaginella* existait déjà avec ses caractères essentiels dès le Houiller moyen.

Le stipe à faisceau bipolaire unique, les frondes ligulées réparties sur quatre files conjuguées définissaient *Miadesmia* comme ils définissent aujourd'hui *Selaginella*. Il n'a été créé un genre Miadesmia, distinct des Selaginelles, que par suite de l'absence des épis et des racines de Miadesmia. Il n'a pas été possible de constater si la plante fossile était hétérosporée et si elle avait des porte-racines. Du côté des Selaginelles, il n'y a donc aucune indication de convergence vers le type Isoëtes. Nous verrons que les Isoëtes se rattachent aux Lepidodendrons. Ce type fossile s'est manifesté par des formes assez variées. Même chez celles qui sont le plus éloignées des Isoëtes, on ne voit aucune tendance vers le type *Selaginella*. La parenté indiquée par la ligule et par l'hétérosporisme entre *Isoëtes* et *Selaginella* ne peut être qu'une parenté très éloignée.

4. La structure des Isoëtes a été décrite et figurée par Hofmeister dans son admirable ouvrage sur l'anatomie et le développement des Cryptogames vasculaires. Depuis, des additions importantes ont été faites par d'habiles observateurs sur les racines, sur le bois secondaire, sur les sporanges, etc. Nous ne mentionnerons spécialement, au passage, que la belle description des frondes, donnée par M. Kruch, à cause des excellentes figures qui l'accompagnent. Nous y renvoyons le lecteur pour les comparaisons à faire. Fait très singulier, malgré les indications très étendues et très exactes que nous possédons sur la structure et sur le développement des Isoëtes, leur organisation reste incomprise, elle nous paraît singulière, inexplicable. Ainsi : pourquoi du bois secondaire chez une plante aquatique rabougrie ? Pourquoi un tel développement de liège ? Pourquoi ce bois primaire à éléments diaphragmatiques isolés ? etc. Sur quelques points, on répond que la disposition constatée résulte d'une adaptation de la plante au milieu très humide où elle vit ; mais cette explication est manifestement insuffisante pour les autres faits. Nous pressentons un stipe et une fronde construits d'après un certain type que nous n'apprécions pas encore exactement, c'est ce type que nous voyons adapté à la vie aquatique. L'obligation de dégager cette structure fondamentale, pour comprendre les affinités de l'*Isoëte*, montre la haute valeur taxinomique des caractères que l'on peut demander à l'organisation de l'appareil végétatif.

5. Les Isoëtes présentent un stipe court, dont la partie inférieure, couverte d'une épaisse couche de liège, est creusée de deux ou trois sillons convergents très profonds. Les racines s'échappent à travers cette région en cherchant à se grouper vers les sillons. Le haut

du stipe est couvert par les bases contiguës des frondes, aucun accroissement intercalaire ne vient séparer les régions nodales. Les plus internes des pièces foliaires portent encore un limbe. Une dépression en forme de cuvette occupe le sommet du stipe. Elle est comblée par les jeunes frondes. Au centre, pointe un petit cône végétatif faiblement saillant. Les jeunes frondes étant largement embrassantes, elles paraissent insérées sur une seule hélice génératrice. Ce stipe ne se ramifie pas. Il se détruit par sa région inférieure.

6. En section horizontale moyenne, le stipe des Isoëtes présente une masse libéro-ligneuse centrale, entourée d'une couche de tissu fondamental. Extérieurement est une assise de liège très épaisse, différenciée en deux zones, l'externe exclusivement protectrice a les caractères des lièges ordinaires, la zone profonde, chargée d'amidon, fournit un fort appoint aux parenchymes de la plante. Le cambiforme de ce liège est diffus. Dans la masse libéro-ligneuse, le bois primaire occupe le centre. Il est entouré de bois secondaire, puis d'une zone cambiale et extérieurement d'un anneau de liber primaire. De nombreuses traces foliaires s'échappent de cette masse libéro-ligneuse. En traversant horizontalement les régions périphériques, les cordons ligneux déterminent un arrangement radial prononcé des éléments du liber primaire. Le bois primaire forme une masse pleine, entièrement composée de cellules courtes. La majorité portent sur leurs parois des épaississements en hélice ou réticulés. Au centre, des cellules à parois minces, qui représentent des fibres primitives très courtes, sont mêlées aux cellules lignifiées. Il n'y a pas de pointements ou d'îlots trachéens. D'après l'insertion des cordons ligneux des frondes, il est certain que les régions polaires ou Δ sont simples, exclusivement périphériques et qu'ils ne pénètrent pas dans la masse du bois primaire. Les portions sortantes du bois sont ainsi localisées à l'attache même des cordons ligneux des frondes. La structure restant la même dans les divers méridiens, ces indications suffisent pour nous apprendre que la masse ligneuse primaire est essentiellement une masse réparatrice qui n'a qu'un centre de figure γ, lequel coïncide avec le centre de figure C du stipe. La différenciation ligneuse est centripète. Nous avons déjà constaté que le liber primaire était périphérique par rapport au bois primaire, la masse possède les caractéristiques essentielles d'une masse libéro-ligneuse radiée. Les tissus secondaires ne peuvent modifier en rien les indications ci-dessus. Ils sont d'ailleurs extrêmement réduits. Le bois secondaire consiste en un parenchyme dont la plupart des éléments ont des parois minces.

Quelques-uns seulement épaississent leurs parois et présentent un reticulum lâche comme les cellules lignifiées centrales. La zone cambiale est mince, peu caractérisée. Elle ne fournit pas d'éléments libériens secondaires. Les cordons ligneux sortants traversent les tissus secondaires dans des rayons très courts. Le liber primaire est formé d'éléments courts, sériés radialement. Il ne montre d'éléments allongés et de tubes criblés que dans la partie qui suit le cordon ligneux sortant dans la fronde. Vers le haut du stipe, il y a moins de bois secondaire, puis les éléments centraux de la masse réparatrice ne sont pas encore lignifiés. Vers le bas du stipe, la surface de la masse libéro-ligneuse est couverte par les insertions des nombreuses racines, les frondes sont complètement exfoliées, la surface du stipe est du liège.

7. Ainsi constitué, le stipe des Isoëtes représente physiologiquement une masse libéro-ligneuse diaphragmatique qui met en rapport les cordons absorbants des racines avec les cordons distributeurs des frondes. Par suite de la dégradation provoquée par l'aquatisme, la masse réparatrice du stipe est fortement condensée autour du centre de figure. Les éléments aquifères (conducteurs et diaphragmatiques) sont en très faible quantité, eu égard au développement des parenchymes.

8. Les particularités anatomiques des Isoëtes se retrouvent toutes chez les Lepidodendrons du type *L. selaginoïdes*. Comme elles y sont pour la plupart très accusées, leur lecture est rendue plus facile. On peut même, en s'aidant des Lepidodendrons du type *Harcourtii-fuliginosum* et du type *nothum*, contrôler les indications recueillies chez *L. selaginoïdes* et apprécier les variations qui ont conduit à la structure des Isoëtes.

9. Le stipe des Lepidodendrons n'a qu'une masse libéro-ligneuse, dont le bois primaire axial est entouré par le liber primaire. Le centre de figure γ de la masse coïncide avec le centre de figure C du stipe. On peut spécifier ainsi immédiatement la position du centre de figure, parce que les trachées sont ramassées en groupes polaires distincts au pourtour du bois primaire. Ces pôles sont simples. Les éléments ligneux augmentent de calibre des trachées vers le centre de figure. Les plus intérieurs sont extrêmement larges. Ils sont couverts d'épaississements scalariformes. La différenciation du bois est donc nettement centripète. L'opposition du Metaxylème au Protoxylème est très accusée. Il y a de 8 à 17 pointements polaires

chez *L. selaginoïdes*, 15 à 19 chez *L. nothum*. Il y en a 16 séries de quatre termes chez *L. Harcourtii*. Du *L. selaginoïdes* au *L. Harcourtii* ces pointements sont de plus en plus accusés ; ils correspondent aux pièces sortantes. L'opposition des parties sortantes de la masse par rapport à ses parties réparatrices, est très accusée. De *L. Harcourtii* à *L. selaginoïdes*, les cordons ligneux sortants descendent de moins en moins bas dans le bois primaire, de sorte que celui-ci est finalement presque exclusivement constitué par l'équivalent d'un système de faisceaux réparateurs. Chez *L. selaginoïdes*, les traces foliaires ne sont reconnaissables que près du point où le cordon sortant va s'échapper du bois. Ils sont encore si difficiles à voir, qu'ils n'ont été exactement connus que par la publication du mémoire de M. Hovelacque. Chez *L. nothum*, M. Bertrand les a suivis au contraire très bas. M. Bertrand a de même montré qu'il était possible, par une étude attentive, de reconnaître les 64 régions polaires qui traversent les coupes classiques du *L. Harcourtii*. Isoëtes a accentué le dispositif réduit du *L. selaginoïdes* ; sa trace foliaire est exactement localisée à l'attache du cordon sortant sur le bois primaire.

10. La partie sortante des Lepidodendrons n'intéresse que la pointe de la région polaire, elle ne pénètre pas dans la masse réparatrice. Chez *L. Harcourtii*, où cette pénétration est la plus forte, elle se fait sous la forme d'un groupe ligneux indéterminé à trachées centrales et s'éteint avant d'atteindre le metaxylème. Même dans cet exemple, on est très loin du mode de mise en rapport des masses sortantes des Mégaphyllides, on reste dans le dispositif moyen des Tmésiptérides et des Lycopodes.

11. L'aspect de la partie réparatrice de la masse ligneuse est assez variable. Ce sont ces variantes qui ont été employées pour caractériser les divers types de Lepidodendrons que j'ai cités. Chez *L. nothum*, elle consiste en coins ligneux qui vont en s'élargissant rapidement des pôles vers le centre de figure. Ces coins restent parfois distincts. Ils sont reliés entre eux par une masse centrale de fibres primitives recloisonnées transversalement. Dans le type *L. Harcourtii*, les coins ligneux du *L. nothum* se réunissent rapidement en une couronne continue autour d'un parenchyme central. Chez *L. selaginoïdes*, la masse réparatrice se montre pleine tant qu'elle n'est pas très large. Les coins ligneux sont si rapidement unis ici, qu'ils forment une masse à contour régulièrement circulaire où les éléments grandissent régulièrement de la périphérie au centre. A la

périphérie, tous les éléments sont lignifiés et allongés ; au centre, il y a un mélange de cellules lignifiées courtes, à ornementations réticulées avec des cellules à parois minces. Nous retrouvons ainsi, chez *L. selaginoïdes*, la structure du bois central des Isoëtes. Les particularités du bois primaire des Isoëtes, régions polaires réduites, différenciation centripète, cellules ligneuses réticulées, séparées par des cellules primitives lisses, ne sont plus des faits isolés. Il ne reste, comme variantes importantes, qu'une forte réduction dans le nombre des pièces sortantes émises à un certain niveau et la succession de ces pièces. L'étude de ce point est à reprendre chez les Isoëtes pour fixer définitivement le nombre des pièces élémentaires qui interviennent dans sa masse radiée.

12. La réduction des pointements polaires d'une masse libéro-ligneuse radiée qui aboutit au type Isoëtes ne correspond pas simplement à une réduction du calibre de l'axe. Elle marque le début d'une évolution des *stipes radiés* vers l'état de *tiges à faisceaux unipolaires simples*, *les tiges à faisceaux unipolaires diploxylés* servant de transition entre les termes extrêmes.

13. Le liber primaire toujours mince est traversé par de nombreuses sorties. Celles-ci sont presque horizontales chez *L. selaginoïdes*, elles sont beaucoup plus obliques chez les autres espèces. Il en résulte pour L. selaginoïdes un arrangement radial des éléments libériens et une forte tendance à donner des îlots sans arriver pourtant à la régularité des groupes libériens d'un faisceau multipolaire. Chez les autres espèces la couronne libérienne est plus régulière, par contre, elle contient très longtemps les cordons ligneux sortants. Le liber est formé d'éléments grêles chez *L. Harcourtii*. Il est formé de gros éléments grillagés séparés par des tubes grêles chez *L. selaginoïdes*. Cette différenciation ne se retrouve pas chez les Isoëtes.

14. Remarque intéressante pour la physiologie des Lepidodendrons : leur masse ligneuse primaire, malgré son développement, est extrêmement grêle eu égard au volume des tissus parenchymateux, comme si ces plantes avaient dû résister à la sécheresse, à la manière des plantes grasses.

15. Les Lepidodendrons ont une assise cambiale. Celle-ci est très développée chez *L. selaginoïdes*. Elle a été reconnue chez *L. fuliginosum* où son apparition est encore assez hâtive. La partie du *L. nothum*, qui a été étudiée par M. Bertrand, est trop jeune pour

en être déjà pourvue. Cette zone cambiale ne se développe d'abord qu'incomplètement et d'un côté du stipe. Elle a les allures d'un tissu cicatriciel. On dirait que sous l'influence des tensions exagérées provoquées par une croissance intense, les tissus tiraillés de l'amylome qui unit le bois au liber se recloisonnent à la manière des tissus blessés. Peu à peu la zone cambiale s'étend et entoure tout le bois primaire. Au début cette zone cambiale donne exclusivement du bois secondaire et très tardivement du liber secondaire. Le bois secondaire consiste en fibres scalariformes séparées par des rayons. Les traces foliaires cheminent horizontalement dans ces rayons. Le développement du bois secondaire étant centrifuge, la plante était diploxylée. Nous ne constatons à aucun degré un groupement des files ligneuses secondaires autour des pôles du bois primaire. Il n'y a pas de zone d'accroissement correspondant aux zones de végétation de nos arbres actuels. Lorsque les fibres ligneuses, de plus en plus larges, approchaient d'un calibre maxima, à la file unique succédaient 2 ou 3 files de fibres d'abord grêles. Fréquemment en ces points on observe des régions tiraillées, parfois profondément blessées comme au début de la zone cambiale. Le mode de répartition de la zone cambiale à son début fait penser au retard que subit l'accroissement des tiges de nos arbres à bois mou sur leur face la plus éclairée. D'autre part les fibres ligneuses secondaires des Lepidodendrons qui nous paraissent de si gros calibre quand on les compare aux fibres ligneuses de nos arbres actuels sont en réalité très étroites par rapport aux gros éléments de leur metaxylème. Cette partie de l'appareil aquifère agit donc surtout comme réservoir d'eau à la manière du bois secondaire des plantes grasses où les éléments conducteurs sont grêles et très peu nombreux. Au développement près, les particularités du bois secondaire des Lepidodendrons se retrouvent dans le bois secondaire des Isoëtes : production presque exclusive de bois secondaire par la zone cambiale, faible développement de ce bois, composition de ce bois au moyens d'éléments lignifiés retenteurs de l'eau comparables aux cellules courtes des plantes grasses.

16. Chez les Lépidodendrons l'écorce très épaisse est différenciée en trois zones : Une zone profonde ordinairement détruite. Une zone superficielle composée de coussinets contigus. Ces coussinets montrent que l'insertion de la fronde était étroite et que leurs tissus se conservaient vivants très longtemps, car ils suivaient l'accroissement diamétral du rameau. Entre ces deux assises est une couche moyenne en parenchyme solide. A la limite externe de cette couche moyenne se développait une assise de liège au moyen d'un cambiforme phellique

diffus. L'apparition de ce liège était extraordinairement hâtive. Tous les jeunes rameaux, les épis fructifères eux-mêmes présentent ce tissu. Ce liège prenait un développement extraordinaire. Il demeurait vivant pendant longtemps surtout dans sa région profonde, car il suivait sans se déchirer l'accroissement du stipe. A la fin cependant il s'exfoliait comme le montrent les grandes plaques subéreuses du *L. aculeatum* d'Hardinghen. Le liège des Lepidodendrons n'est donc pas dans sa première période un simple tissu protecteur, mais un appoint aux tissus de réserve. L'existence de ce liège si puissamment développé explique la présence de ce tissu chez les Isoëtes. Le liège des Lepidodendrons était plus différencié que celui des Isoëtes, il montre que la plante fossile se protégeait contre un éclairage intense. A cause de l'absence de différenciations prononcées dans les autres parties de l'écorce des Isoëtes leur comparaison avec les régions homologues des Lépidodendrons ne donne rien.

17. Dans sa traversée du liber le bois de la trace foliaire des Isoëtes est *indéterminé*, c'est un groupe de trachées, ou bien un groupe à trachées grêles centrales. Dans la traversée de l'écorce, c'est un cordon libéro-ligneux dans lequel le bois est antérieur par rapport au liber. Le bois y est encore *indéterminé* uniquement formé de trachées ou bien à trachées grêles centrales. Au niveau de la ligule la trace foliaire porte antérieurement un groupe de cellules courtes lignifiées, réticulées qui vont à la base de la ligule. L'ensemble constitue un grand diaphragme aquifère. Plus haut la trace foliaire entre dans la région limbaire où elle s'étale latéralement. Le liber, exclusivement primaire, forme une bande externe limitée par une gaine casparyenne. Le bois, exclusivement primaire, forme une bande antérieure, il comprend quelques trachées, deux plus grêles latérales, une ou quelques-unes plus grosses médianes. Il y a donc une tendance à placer les trachées initiales en deux groupes symétriquement disposés par rapport à la surface de symétrie de la fronde. Il n'y a pas de différenciation centripète, comme le montrent très bien les figures de M. Kruch. Les éléments ligneux tiraillés par l'accroissement intercalaire sont libres dans des lacunes comme chez beaucoup de plantes aquatiques. De même le liber partiellement écrasé est collenchymateux dans sa partie périphérique. Il n'y a pas de gaine mécanique autour du faisceau à moins que les cloisonnements tangentiels qui déterminent la bordure des petites lacunes placées à droite et à gauche de la trace foliaire n'en soient le dernier indice (Kruch. *fig.* 9 et 11). Il n'y a pas de tissu parychnique.

18. Chez les Lepidodendrons la trace foliaire est un cordon ligneux à trachées grêles centrales entre les pôles et la surface du liber primaire. Le cordon devient libero-ligneux en entrant dans l'écorce interne, le bois y est alors antérieur par rapport au liber, mais les trachées y sont centrales ou seulement rapprochées du bord antérieur de l'amas ligneux. Au niveau de la ligule une grande masse de cellules courtes à parois réticulées s'étend de la face antérieure du cordon sortant à la base de la ligule. En traversant le liège la trace foliaire s'accompagne d'un tissu parenchymateux qui restera toujours distinct de la trace mais qui la suivra dans la fronde. C'est ce tissu parychnique qui ne se retrouve pas chez les Isoëtes. Dans la partie caduque de la fronde le cordon foliaire s'étale. Le liber, exclusivement primaire, très épais, forme un arc externe. Le bois, exclusivement primaire, forme une bande antérieure dont les trachées polaires occupent les deux extrémités. Les deux pôles sont symétriques l'un de l'autre, par rapport à la surface de symétrie de la feuille. La différenciation des éléments ligneux se faisait des pôles vers la surface de symétrie, elle n'était pas centripète. Autour de la trace foliaire est une gaine casparyenne et extérieurement une gaine mécanique à cellules étroites en séries radiales. Ces cellules sont spiralées ou rayées et peuvent être confondues avec du bois. Pas plus que chez les Isoëtes, la trace foliaire des Lépidodendrons n'est un faisceau unipolaire, diploxylé, en aucun point de son parcours. On retrouve le même mode d'orientation du bois par rapport au liber, le même mode d'étalement du bois, la même tendance à produire deux pôles trachéens symétriques. Chez les Isoëtes, par suite de l'aquatisme, le bois est extrêmement réduit.

19. Les homologies des frondes ne peuvent être suivies dans le détail de l'organisation de la partie périphérique des limbes. Ces parties sont adaptées à des milieux trop dissemblables. La fronde des Lépidodendrons, construite pour vivre dans un milieu très éclairé, est organisée de manière à réduire beaucoup sa transpiration. Celle des Isoëtes, organisée en vue de la vie aquatique, se réduit à une lame superficielle soutenue par quatre trabécules ; l'abondance de tissu hypodermique, la localisation des stomates dans deux sillons inférieurs, la différenciation des parenchymes, si puissante chez les Lépidodendrons, ne se retrouve plus chez leur dernier représentant.

20. Les sporanges et les spores des Lépidodendrons sont encore trop peu connus dans leurs détails pour qu'on puisse les comparer avec les parties homologues des Isoëtes. De même, on ne peut dire si

le faisceau bipolaire, courbé par suite de l'atrophie d'un de ses îlots libériens qui est si caractéristique des racines des Isoëtes, se retrouve chez les Lépidodendrons, leurs racines ne sont pas connues.

21. Nous conclurons en disant : que nous croyons avoir montré, comme nous l'annoncions au début de cette communication, que les particularités de l'organisation du stipe et de la fronde des Isoëtes qui les isolent des plantes actuelles sont précisément celles qui permettent de reconnaître leurs affinités et de les rattacher intimement aux Lépidodendrons. Isoëtes est le dernier représentant de ce type végétal.

M. le Dr Ed. BONNET

A Paris.

NOTES DE PHILOLOGIE ET D'HISTOIRE BOTANIQUES

[508.9]

— Séance du 9 août 1897 —

Matthiola ou *Mathiola*. — On a beaucoup discuté, il y a quelques années, sur l'orthographe de ce nom générique sans apporter cependant, dans cette discussion, d'arguments décisifs en faveur de l'une ou l'autre opinion. Tout récemment, M. P. Conti à propos d'une révision des espèces européennes de ce genre (in *Bull. herb. Boissier* V., 32) déclarait conserver l'orthographe Matthiola par ce motif que Robert Brown, créateur du genre, l'écrivait ainsi et que sur les éditions des *Commentaires* et de l'*Epitome* (1) le nom de l'auteur était orthographié Matthiolus ; ainsi présentée, la raison, malgré toute sa valeur, n'est pas absolument concluante ; on sait, en effet par les contemporains et les biographes italiens de Mattioli (notamment Ambrosi, Bandiera, Banchi, Fabiani, Moretti) que son nom s'écrivait en réalité avec deux t et sans h ; mais, suivant un usage adopté

(1) L'*Epitome* ayant été publié 9 ans après la mort de Mattioli ne peut être cité qu'à titre accessoire.

par les médecins, les savants et les philosophes du XVI^e^ siècle, notre auteur latinisa son nom; cette latinisation se faisait soit par l'addition au nom de famille, pris comme radical d'une terminaison en us, ius, eus (Cornutus, Bauhinus, Gesnerus, etc.), soit, dans certains cas, en adaptant, par une modification préalable, ce nom au génie de la langue latine (Dodonæus = Dodoens, Salmasius = Saumaise, Stegelius = Schlegel, etc.), plus rarement enfin, le nom de famille subissait une traduction ou une transformation qui le rendait méconnaissable (Tragus = Bock, Tabernæmontanus = de Bergzabern) (1); pour une cause qui nous est inconnue, Matthiolus, en latinisant son nom crut devoir y ajouter un h et c'est avec cette orthographe qu'il a signé les différents ouvrages publiés de son vivant, notamment les éditions latines des *Commentaires* imprimées par Valgrisi de 1554 à 1583; il y a mieux encore, c'est qu'après avoir latinisé son nom Matthiolus l'a transporté en italien sous les formes Matthiolo et Matthioli que l'on trouve sur les éditions en langue vulgaire des mêmes Commentaires (Venise, 1544, chez Baxarina et 1554, chez Valgrisi). Si quelques botanistes étrangers tels que Gesner, Tournefort, B. de Jussieu, ont écrit à tort Matthæolus, Mathiolus, Mathiole, cela ne constitue pas une preuve, attendu que l'auteur des Commentaires sur Dioscoride, aussi bien que ses contemporains italiens n'ont jamais connu cette orthographe vicieuse.

Les floristes qui ont, en ces dernières années, adopté la graphie Mathiola se sont tous autorisés d'une note de M. Daydon Jackson (2) dans laquelle j'ai vainement cherché un argument sérieux en faveur de la rectification orthographique qu'il préconise ; que Smith, comme le fait remarquer M. D. Jackson, ait dédié les genres Goodenia et Brunonia à ses compatriotes Goodenough et Brown, cela ne justifie point la forme Mathiola, pas plus que les genres Gundelia (Gundelsheimer), Bæa (Le Beau), Fontainesia (Desfontaines), etc; en l'espèce, M. D. Jackson base ses conclusions sur des faits qui ne sont point comparables (3) puisque tous les exemples qu'il cite sont empruntés à une époque à laquelle les hommes de science avaient depuis longtemps déjà, cessé de latiniser eux-mêmes leur nom de famille; dans le cas particulier des genres Bæa et Gundelia, on reconnaîtra que le nom de Le Beau est l'un des plus difficiles à revêtir d'une

(1) Parmi les savants et les médecins, on pourrait encore citer Ramus (La Ramée), Sylvius (Le Boe) et la dynastie des Akakia (Sansmalice).

(2) *Cf. Journ. of bot.* 1887, p. 153.

(3) Dans son *Guide to the literature of botany* p. 5 M. D. Jackson a fait une confusion encore plus regrettable en inscrivant, parmi les ouvrages relatifs à l'histoire de la botanique italienne, un travail du célèbre archéologue B. de Rossi sur les anciens plans de la ville de Rome *(Piante iconografiche e prospettiche di Roma anteriori al secolo* XVI).

forme latine et, pour Gundelsheimer, j'ai démontré ailleurs (*Journ. de Bot.* IV p. 146) que dans ses lettres familières, Tournefort n'appelait jamais son jeune compagnon de voyage que Gonder, Gunder ou Gundel; au reste, si l'on veut bien se reporter au *Voyage du Levant* (II, p. 250) on verra que la forme Gundelia n'a été adoptée qu'après entente entre le créateur du genre et celui auquel il était dédié.

En résumé, la seule modification orthographique qu'un excès de purisme pourrait peut-être autoriser, serait la forme Mattiola; toutefois, je suis d'avis, pour les raisons ci-dessus énumérées, que la graphie Matthiola doit prévaloir aussi longtemps que les phytographes conserveront les genres Tragia, Tabernæmontana, Dodonæa, etc. et que les anatomistes continueront à décrire l'aqueduc de Sylvius.

Barbarea ou *Barbaræa*. — Depuis le moyen âge (cf. Diffenbach, *Glossar. med. lat.*) jusqu'à la fin du XVIIIe siècle, la graphie Barbarea est la seule connue des auteurs, la seule admise dans tous les traités imprimés ou manuscrits; en 1801, Beckmann, dans son *Lexicon botanicum* écrit : « Barbaræa i. e. herba sanctæ Barbaræ, nostratibus Barbara Kraut », et il y a lieu de s'étonner que cet auteur n'ait pas fait connaître les motifs qui l'avaient déterminé à rompre avec une tradition universelle et plusieurs fois séculaire; l'année suivante (1802), Bœhmer publie à son tour un *Lexicon rei herbariæ* dans lequel il revient purement et simplement à la forme Barbarea, sans même se donner la peine de citer Beckmann, ainsi qu'il le fait assez souvent; puis, à partir de ce moment, la modification orthographique, proposée par Beckmann, tombe dans l'oubli et n'est reprise qu'à une époque toute récente par MM. Beck von Mannagetta, Bruhin, Caruel et les auteurs de la nouvelle Flore de France. Comme Beckmann, les partisans de la graphie Barbaræa se renferment dans le silence, sauf M. Bruhin qui affirme (in *Deutsch. bot. Monatschr.* (I.X (1891) p. 136) que « Barbaræa hat ihren Namen nach der hl. Barbara, daher die Bezeichnung Barbarea unrichtig ist »; quant à M. Beck von Mannagetta, après avoir adopté l'orthographe Barbaræa comme nom de genre dans la famille des Crucifères (*Flora von Nieder-Osterreich*, p. 449, 461 et 462), il écrit (p. 1.223 du même ouvrage) Senecio Barbareæfolius, alors que pour être conséquent avec lui-même il aurait dû écrire S. Barbaræ-æ-folius.

L'erreur de Beckmann provient vraisemblablement de ce que ce lexicographe a méconnu, comme ceux qui l'ont suivi, la véritable origine du mot Barbarea ; lorsqu'on étudie ce vocable dans les anciens

auteurs, on reconnaît sans peine qu'il n'était primitivement qu'un adjectif appliqué au mot *herba* exprimé ou sous-entendu et indiquant que la plante en question avait été placée sous le patronage de sainte Barbe ; à côté de l'herba sanctæ Barbaræ, herba Barbarea ou plus brièvement Barbarea, on trouve aussi dans les vieux traités de botanique médicale l'herba Antoniana (herbe de S^t^ Antoine), la Christophoriana (herbe de S^t^ Christophe), la Clareta (herbe de S^te^ Claire), etc. (cf. C. Bauhin, *De plantis a divis sanctisve nomen habentibus*) ; plus tard, l'herba Barbarea est devenue le type du genre Barbarea comme les herba Achillea (herbe d'Achille), herba Centaurea (herbe du Centaure Chiron), herba Jacea (herbe à fleurs couleur de Violette, ἴα), herba vettonica (herbe des Vettons), etc., sont les ancêtres directs des genres Achillea, Centaurea, Jacea, Betonica ; or, Barbarea est un adjectif possessif, de même que Centaurea, Achillea et tous les adjectifs latins terminés en eus, ea, eum, exprimant possession, qualité ou origine (Jacea, roseus, rosea, heracleus, subterraneus, etc.) s'écrivent avec un e simple, excepté toutefois ceux qui dérivent d'un mot grec terminé en αιος, αία, qui prennent un æ (europæus εἰρωπαῖος, Elæagnus ἐλαία et ἄγνος, pygmæus πυγμαῖος, etc.) Pour toutes les raisons ci-dessus exposées, je conserve donc la forme Barbarea ; si l'on trouvait ces raisons insuffisantes, il faudrait cependant tenir compte de l'accord unanime des anciens auteurs et, avant d'adopter la rectification de Beckmann, expliquer comment une semblable erreur orthographique a pu se généraliser à une époque où le latin était la langue parlée par tous les savants et employée dans toutes les publications scientifiques.

Borago ou *Borrago*. — Faut-il, oui ou non, redoubler la lettre r ? telle est la question qui divise les botanistes. Il est certain que le mot lui-même, sinon la plante à laquelle on l'applique aujourd'hui, était inconnu des naturalistes de l'antiquité, et les étymologies assez nombreuses qui en ont été données sont une preuve de l'incertitude de son origine. On a fait dériver Borago ou Borrago du grec πουράγγιον (Rufus d'Ephèse), πουράκιον (Nicolas Myrepsus), βορά ou βόρη et ἄγω (Besnou *Fl. de la Manche*, p. 206) ; du latin Cor ago (Pseudo-Apulée), Bovago (Bœhmer *Lex. rei herb.*) de l'arabe Bou ou Abou Rach, littéralement père de la sueur (Puel, Boreau, Hatzfeld et Darmsteter) et enfin de l'italien Borra, bourre (Arcangeli, Ascherson, Bruhin, Saint-Lager) ; d'où l'on pourrait déjà conclure que la majorité des étymologies proposées ne comporte pas le redoublement de l'r ; mais quelle est la valeur de ces diverses étymologies ? C'est ce qu'il importe d'examiner,

Eliminons tout d'abord βορά-ἄγω, inventé par Besnou et Bovago cité sans références par Bœhmer ; l'origine arabe est assurément fort séduisante si l'on ne considère que l'analogie frappante, quoique peut-être fortuite, qui existe entre le français Bourache ou Bourrache et l'arabe Abou-Rach, mais il est plus difficile d'établir une filiation entre l'arabe et le latin Borago ; en outre, dans aucun traité de matière médicale arabe du moyen-âge ou d'une date plus récente, on ne trouve le mot Abou-Rach ou Bou-Rach appliqué à une Boraginée, notre Borago officinalis y est toujours désigné avec l'Anchusa et certains Echium sous le nom de Lessan-et-Tsour (littéralement langue de bœuf), tandis que dans les pays du Magheb ces mêmes plantes sont vulgairement appelées Bou-Kherich et Bou-Chenaf.

Les partisans les plus autorisés de l'étymologie italienne n'ont pas, ce me semble, appuyé leur opinion sur des preuves bien solides ; M. Arcangeli dit simplement (*Compend. della fl. ital.* p. 489) : « Borrago, da borra, per la pelosità della pianta » ; MM. Bruhin (*in Deutsch bot. Monatschr.* IX (1891) p. 136) et Saint-Lager (*Fl. du bassin moyen du Rhône* p. 603) expriment la même idée avec un peu plus de détails : « Viel näher liegt die Ableitung von dem italienischen Borra, Scheerwolle, Polsterharr », « suivant Apulée, Borago est une altération de Corago..... il nous paraît plus probable que ce mot..... a été créé par les herboristes italiens pour exprimer que la plante dont il s'agit est hérissée de poils bourrus, borra » ; enfin M. Ascherson (*Fl. der Prov. Brandenb.* p. 439) y ajoute la citation de Matthæus Sylvaticus : « Borrago, zuerst bei Matthæus Sylvaticus ; aus dem italianischen Namen borragine, von borra, Scheerwolle, wegen der Behaarung, entstanden ». A l'histoire assez vague des herboristes italiens, j'opposerai des faits précis : l'*Herbolario volgare* (éd. de Venise 1534, 1539, 1540), plusieurs manuscrits médicaux exécutés en Italie au XVe siècle, ainsi que les magnifiques vases de pharmacie sortis des célèbres faïenceries de Faenza, Forli, Venise, Urbino, etc., donnent l'orthographe Boragine (1) et non Borragine qui paraît n'avoir été consacrée que plus tard par le Vocabulaire de la Crusca. Quant à Matthæus Sylvaticus il ne fait pas la moindre allusion à l'étymologie du mot Borago ; on trouve, il est vrai, dans son *Liber pandectarum* (Venetiis 1492) fol. 37, au bas de la première colonne, un chapitre ainsi conçu : « Borra est quædam albedo cum aliquali pelositate ut apparet foliis Calamenti et Jusquiami et aliis », puis en haut de la seconde colonne, commence

(1) Voir notamment au Musée du Louvre une bouteille à eau distillée, en faïence italienne, portant l'inscription : « Aq(ua) di Boragin(e) ».

le chapitre Borrago sans aucune connexion avec le précédent ; au reste, la majeure partie du Liber pandectarum et notamment les deux chapitres Borra et Borrago sont empruntés mot pour mot au *Clavis Sanationis* de Simon Januensis qui, lui, écrit Borago et non Borrago. Restent le terme de basse grécité πουράκιον et l'explication Corago attribuée au Pseudo-Apulée, mais que je n'ai pas su découvrir dans les deux éditions du *De virtutibus herbarum* que je possède ; doit-on leur accorder plus de confiance qu'aux autres étymologies ? il est permis d'en douter étant donné le désaccord des auteurs à ce sujet. Si donc, je suis partisan convaincu de l'orthographe Borago, c'est que le mot apparaît sous cette forme dès la fin du XII[e] siècle dans le poème de Gilles de Corbeil sur les médicaments composés (lib. I, v. 303 p. 58 de l'éd. Choulant) et qu'il persiste sans changement dans plusieurs manuscrits médicaux du moyen-âge (1), dans les incunables de la Renaissance : *Herbarius*, *Ortus sanitatis* latin et translaté de latin en français, *Alphita*, *Kreuterbuch*, etc., de même que dans certains auteurs des XVI[e] et XVII[e] siècles : Tragus, Cesalpin, Lonitzer, Ch. Estienne, Dodoens, C. Pilleter et autres ; ce sont là des documents qui valent bien, ce me semble, des étymologies assurément ingénieuses mais fort contestables.

Etymologie du mot Haricot. — Dans la Notice que j'ai consacrée récemment à l'histoire du Haricot (Phaseolus vulgaris L ; cf. *Journ. de Bot.* XI, p. 55), j'ai dit que les langues primitives des indigènes du Nouveau-Monde possédaient des noms spéciaux pour désigner les Phaseolus, mais que les différentes étymologies que l'on avait proposées du mot français Haricot, n'éclairaient en rien l'origine de la plante elle-même ; je faisais ainsi allusion aux étymologies tirées de Aricot (ancienne orthographe) ou Haricot, désignant autrefois un ragout de viande coupée en menus morceaux, Haligot, Calicot, Baricot, Araco (dérivé de αραχος) et Caraco (nom italien du Phaseolus Caracalla), toutes plus ou moins problématiques.

En ce qui concerne les anciens dialectes de l'Amérique, j'avais dû m'en rapporter aux auteurs qui s'étaient, avant moi, occupés de ce point de philologie et dans aucun, pas même dans Levis Sturtevant qui donne cependant (in *American Naturalist* XXI, p. 33), une liste de 25 noms désignant le Phaseolus chez les diverses tribus indiennes, je n'avais trouvé de mot ayant une ressemblance, même lointaine,

(1) Voir notamment le *Dictionarius* de Jean de Garlande (première moitié du XIII[e] siècle) publié par Aug. Scheler dans le *Jahrbuch für romanische und englische littérature* VI (1865) p. 160 et 372).

avec le français Aricot ou Haricot. Depuis lors, M. le professeur Hamy, dont on connaît la haute compétence dans toutes les questions relatives à l'archéologie américaine, m'a appris que dans l'ancienne langue nahuâlt, Ayacotl désigne le Haricot, Tomatl la Tomate, Cacauatl le Cacao et Auacatl l'Avocat ou fruit de l'Avocatier (Persea gratissima Gærtn.) ; on comprend donc facilement que par analogie de consonance on ait donné au Phaseolus le nom de Aricot ou Haricot qui servait depuis longtemps à désigner un ragoût de viande, et la confusion dut se produire d'autant plus facilement que le nouveau légume remplaçait avec avantage la fève et le navet dans la composition du mets dont il a usurpé le nom.

Faut-il voir dans la dénomination de Anacock, que Clusius attribue (*Exot.* p. 48 et 70) à l'un de ses Phaseolus d'Amérique, une corruption du mot Ayacotl ? Je ne le pense pas, car l'Anacock de Clusius n'a jamais pu être employé dans l'alimentation en raison de ses propriétés vomitives ; ce n'est même pas un Phaseolus à en juger par la couleur de ses graines, moitié rouges et moitié noires, lesquelles servaient aux Indiens à faire des colliers.

Je crois donc pouvoir conclure que le mot Haricot, anciennement Aricot, aussi bien que ceux de Tomate, Cacao et Avocat, ne sont que des transcriptions françaises des noms qui servaient, en dialecte nahuatl, à désigner ces produits végétaux et cette étymologie fournit une nouvelle preuve de l'origine américaine du Phaseolus vulgaris L.

Liber Macri de virtutibus herbarum. — De tous les traités médico-botaniques que nous a légués le moyen-âge, celui qui a joui de la plus grande vogue paraît être le *De virtutibus herbarum* du Pseudo-Macer ; on en connaît au moins 17 éditions, dont la plus ancienne remonte à l'année 1487, et il en existe de nombreux manuscrits conservés dans toutes les grandes bibliothèques publiques et privées, aussi bien en France qu'à l'étranger. En 1832, Choulant a donné une édition critique de ce traité, et deux ans plus tard, Reuss y a ajouté quelques chapitres inédits ; mais Choulant n'ayant eu à sa disposition qu'une douzaine de manuscrits des principales bibliothèques d'Allemagne, j'avais pensé qu'une collation des manuscrits conservés dans les bibliothèques françaises et notamment à la Bibliothèque Nationale, pourrait peut-être révéler quelques chapitres inédits ; je dois reconnaître que cette étude n'a pas donné les résultats sur lesquels je comptais, et que je n'ai pu relever, jusqu'à présent, que des variantes assez nombreuses mais sans grande

importance. J'avais fondé de grandes espérances sur un manuscrit du XII[e] siècle, appartenant à la Bibliothèque de Tours (n° 690, fol. 59, verso) dans lequel le traité de virtutibus herbarum est attribué à maître Hugues de Lyon : *Incipit liber magistri Hugonis Lugdunensis de virtutibus herbarum ;* comme l'a fait remarquer M. Dorange *(Cat. des ms. de la bibl. de Tours)*, cette attribution constitue une particularité fort remarquable ; quel était ce maître Hugues de Lyon ? C'est un point que je n'ai pu élucider et que je recommande à la sagacité de nos confrères Lyonnais ; pour le texte et la disposition des chapitres, le manuscrit de Tours se rapproche beaucoup de l'édition de Choulant, je signalerai cependant les vers 2.200 à 2.203 (p. 120 de l'éd. Choulant) qui forment un chapitre spécial intitulé « De Spica celtica », tandis que, dans le texte de Choulant, ces 4 vers sont réunis au chap. LXXV, de Spica.

J'ai mentionné autrefois (in *Bull. Soc. bot. Fr.* XL p. CLXXXVI) une particularité analogue dans un manuscrit de la Bibliothèque de la Faculté de Médecine de Montpellier, mais je dois faire remarquer que le chapitre « De Millefolio » n'est pas inédit comme je l'avais cru alors, d'après une collation trop rapide ; les 11 vers qui composent ce chapitre se retrouvent tout à la fois dans le manuscrit de Tours et dans l'édition de Choulant (p. 106, v. 1892 à 1902), seulement au lieu d'y former un chapitre séparé, ils font partie du chapitre LVIII « De Verbena » qu'ils terminent.

M. le Dr C. GERBER

Professeur suppléant à l'Ecole de Médecine de Marseille.

PRINCIPES DES MÉTHODES UTILISÉES POUR HATER OU POUR RETARDER LA MATURATION DES FRUITS

[581.1]

— *Séance du 11 août 1897* —

A l'étalage de certains restaurateurs renommés, on remarque, pendant les mois d'hiver et même au printemps, des fruits de toute fraîcheur, particulièrement des cerises, des raisins et des bananes.

Il ne faut pas songer à rechercher l'origine de ces cerises en France ou en Algérie ; elles viennent généralement d'Australie. Quant aux raisins, ce sont ordinairement des chasselas de Fontainebleau, de l'année précédente, conservés à Thomery, dans la Seine-et-Marne, grâce à des procédés spéciaux. Enfin, les bananes nous viennent principalement des Canaries et quelquefois de l'Amérique du Sud.

Les procédés employés, soit pour permettre à ces fruits de supporter la longue traversée d'Amérique ou d'Australie en France, tout en conservant l'état de fraîcheur qu'ils possédaient au moment de la cueillette, soit pour les conserver pendant de longs mois dans le même état de maturité, sont peu connus. On sait seulement que la température exerce une certaine influence sur la maturation. Or, il existe certains fruits, tels que les kakis, dont l'exploitation ferait la fortune de plusieurs de nos colonies et de l'Algérie, n'était l'impossibilité où l'on se trouve de pouvoir les conserver. Il est certain, d'un autre côté, qu'il y aurait avantage à provoquer la maturation hâtive d'un certain nombre de fruits tels que les oranges, les mandarines, les pêches, etc., afin d'obtenir en France même des primeurs que nous sommes obligés de faire venir des pays chauds.

L'étude des principes scientifiques qui doivent servir de base aux méthodes permettant de hâter ou de retarder la maturation des fruits, présente donc un grand intérêt ; aussi, occupé depuis trois ans à des

recherches sur la maturation des fruits et sur les phénomènes chimiques qui se produisent dans leurs tissus au cours de leur évolution, avons-nous cru devoir aborder cette étude, en profitant des nombreux matériaux que nous avions à notre disposition. Ce sont les résultats que cette étude nous a déjà donnés que nous nous proposons d'exposer au Congrès pour l'avancement des sciences.

Afin de bien comprendre les principes sur lesquels reposent les méthodes employées pour hâter ou pour retarder la maturation des fruits, il est nécessaire d'avoir une idée nette des fonctions des fruits et en particulier des fruits charnus sucrés.

Ces fonctions sont de deux sortes :

1° Les fruits charnus sucrés jouent un rôle passif. Ce sont des réceptacles destinés à emmagasiner les hydrates de carbone, les tannins et les acides élaborés par les feuilles et amenés dans les fruits par la sève.

2° Ils jouent également un rôle actif. Ils sont, en effet, le siège de réactions par lesquelles les réserves précédentes sont partiellement utilisées comme combustibles en vue de fournir la quantité de chaleur et par suite d'énergie nécessaire aux cellules, soit pour emmagasiner sous forme de réserves les substances apportées par la sève, soit pour s'accroître et se segmenter afin d'augmenter la capacité du réceptacle au fur et à mesure que l'apport des sucres, des acides et des tannins augmente.

On dit qu'un fruit est mûr quand, parmi les substances de réserve qu'il contient, il ne reste plus guère que des matières sucrées, les autres substances, acides, tannins, amidon, ayant disparu par oxydation plus ou moins complète ou par hydrolyse.

La maturation nécessite des conditions différentes suivant que les fruits sont encore fixés à l'arbre ou qu'ils en sont détachés.

Les fruits non séparés de l'arbre continuent à posséder les deux fonctions ; la maturation ne se produit donc que lorsque, soit par suite de la chute des feuilles ou d'un ralentissement considérable de leur fonction assimilatrice, soit par suite d'une exagération des combustions qui se produisent dans les fruits, ceux-ci ne reçoivent plus d'acides et de tannins ou en reçoivent une quantité inférieure à celle qu'ils détruisent.

Les fruits détachés de l'arbre ne présentent plus que la seconde fonction ; la maturation se produira quand les acides et les tannins qui existent au moment de la cueillette auront complètement disparu. C'est de ces fruits que nous allons nous occuper dans ce travail.

Tout procédé capable d'activer la combustion des acides et des tannins hâtera la maturation des fruits détachés de l'arbre.

Au contraire, tout procédé susceptible de ralentir cette combustion, retardera la maturation et, par cela même, sera un procédé de conservation des fruits.

1°. — PRINCIPES DES MÉTHODES EMPLOYÉES POUR HATER LA MATURATION DES FRUITS

a) *Fruits contenant surtout des acides fixes et des matières sucrées et ne se parfumant pas.*

Dans deux communications faites au Congrès pour l'avancement des sciences, à Tunis (1 et 2), nous avons établi qu'aux températures élevées, 30° par exemple, les fruits contenant des acides dégagent plus de gaz carbonique qu'ils n'absorbent d'oxygène et que seule la masse acide de ces fruits présente cette particularité, tandis que les portions non acides, ainsi que les plantes ordinaires, dégagent moins de gaz carbonique qu'elles n'absorbent d'oxygène.

Depuis, dans deux notes présentées à l'Académie des Sciences (3 et 4) et dans notre thèse (5), nous avons démontré que la valeur supérieure à l'unité du rapport $\frac{CO^2}{O}$ du gaz carbonique dégagé à l'oxygène absorbé (quotient respiratoire), est due à la combustion plus ou moins complète des acides, aussi l'avons-nous appelé quotient d'acides. De plus, nous avons établi que ce quotient diminue avec la teneur en acides, pour devenir inférieur à l'unité, quand les acides ont presque complètement disparu. Nous avons en outre constaté que l'intensité respiratoire des fruits charnus acides est considérable, à ces températures élevées où le quotient d'acides se manifeste; par suite, les réactions chimiques qui se passent dans l'intérieur du fruit sont très intenses. Enfin, les cultures de moisissures sur milieu

(1) C. R., 25e session. — AFAS, 2e partie, p. 412. *Sur quelques phénomènes de la maturation des fruits charnus acides.*

(2) C. R., 25e session. — AFAS, 2e partie, p. 445. *Variations du quotient respiratoire dans les fruits charnus acides avec les diverses parties du péricarpe.*

(3) C. R., Ac. Sc., 18 janvier 1897. *Influence de la température et de l'aliment sur le quotient respiratoire des moisissures.*

(4) C. R., Ac. Sc., 24 mai 1897. *Etude comparée des quotients d'acides et des quotients de fermentation observés pendant la maturation des fruits.*

(5) *Recherches sur la maturation des fruits charnus.* Thèse doctorat ès-sciences, Paris 1897 et An. Sc. Nat. Bot., t. IV, p. 1-279.

nutritif, contenant un mélange de sucre et d'acides, nous ont permis d'établir que, aux températures élevées, les acides sont utilisés de préférence aux sucres, comme aliment.

De tous ces faits il résulte, qu'à 30°, les fruits contenant principalement des acides et des sucres perdront en quelques jours leurs acides et deviendront simplement sucrés. Ils seront donc mûrs et pourront être utilisés pour la consommation. En effet, nous avons pu faire mûrir en quelques jours des pommes reinettes grises cueillies en juillet et en août. La seule particularité que ces pommes présentaient, était d'offrir des dimensions beaucoup plus petites que les pommes mûries sur l'arbre et cueillies en novembre. Cela est dû à ce qu'elles ont cessé, beaucoup plus tôt que ces dernières, de servir de réceptacle aux substances de réserve apportées par la sève. De même, des mandarines cueillies bien avant leur maturité et pendant qu'elles étaient encore vertes, ont présenté, après avoir été placées pendant quelques jours à 33°, une saveur sucrée à peine acidule ; mais leur volume n'était que la moitié de celui qu'elles auraient atteint si nous les avions laissées sur l'arbre.

Les pommes contiennent, à côté des acides et du sucre, une certaine quantité d'amidon. Cet amidon, aux températures élevées, est vite transformé en matière sucrée réductrice, de sorte que la quantité de substance sucrée augmente rapidement, tandis que l'amidon diminue, puis disparaît complètement. Une fois les acides détruits et l'amidon transformé en sucre, si l'on continue à maintenir les fruits aux températures élevées, c'est le sucre qui fournira le carbone du gaz carbonique dégagé pendant la respiration, et comme celle-ci est très intense, la quantité de sucre diminuera alors. Cette observation nous montre qu'il faudra interrompre l'action des températures élevées, aussitôt que le quotient respiratoire sera inférieur à l'unité.

b) *Fruits contenant ou non des acides fixes, mais se parfumant à la maturité.*

Ces fruits contiennent des tannins. Dans une note présentée à l'Académie des Sciences (1), nous avons établi que ces tannins jouent un rôle important, puisqu'ils s'opposent au blettissement et, par suite, à l'asphyxie des cellules qui en est le résultat. Ils empêchent donc la formation d'alcools, conséquence de la vie sans air des

(1) C. R. Ac. Sc. 17 mai 1897. — *Rôle des tannins dans les plantes et plus particulièrement dans les fruits.*

cellules et celle des parfums des fruits, parfums qui ne sont autre chose que des éthers formés par la combinaison d'acides volatils avec des alcools. Les tannins sont très rapidement comburés aux températures élevées ; il en résulte que les fruits qui ne contiennent que des tannins et des sucres (kakis) ou ceux qui possèdent en outre des acides (les sorbes, les nèfles, un grand nombre de pommes et de poires, les ananas), perdent très vite, aux températures élevées, leurs acides, leur tannin et *tournent* ensuite.

Nous avons ainsi pu faire blettir des kakis, des sorbes et des nèfles cueillis alors que leur volume était à peu près la moitié du volume que ces fruits auraient acquis, si on les avait séparés de l'arbre au moment de la maturation complète.

Mais les diverses expériences que nous avons effectuées sur ces fruits nous ont également montré que plus la température à laquelle on fait blettir un fruit est élevée, et plus le parfum est développé. Ceci est facile à comprendre. Quand, après la destruction des tannins, le fruit ne devient plus qu'une masse pectique, où l'oxygène de l'air est obligé de se dissoudre pour atteindre les cellules, ces dernières reçoivent très peu d'oxygène. Si leur activité est très faible, comme cela se produit aux basses températures, elles se contentent de cet oxygène et elles ne s'asphyxient pas ; il n'y a donc pas production d'éthers parfumés. Plus la température est élevée, plus l'activité vitale de ces cellules est intense et plus la quantité d'oxygène qui leur parvient de l'extérieur est insuffisante ; par suite, plus elles sont obligées d'emprunter une quantité d'énergie considérable à la fermentation de leurs matières sucrées ; il en résulte la formation d'une quantité d'alcools et d'éthers parfumés, d'autant plus forte que la température est plus élevée.

En résumé, *une température élevée, 30° par exemple, accélère fortement la maturation de tous les fruits charnus sucrés, parce qu'elle facilite beaucoup la combustion des acides et des tannins qui caractérisent les fruits non mûrs ; de plus, elle exalte le parfum des fruits qui blettissent, parce que ceux-ci subissent une fermentation alcoolique dont l'intensité est fonction de la température.*

De cette étude, nous pouvons déduire quelques conseils pratiques, utiles à connaître dans l'économie domestique. Très souvent, surtout dans le Nord-Ouest et l'Ouest de la France, on est obligé de cueillir les raisins, les pommes, les sorbes, les nèfles, avant leur maturation, en raison des gelées qui apparaissent de bonne heure. Les raisins ainsi récoltés sont très acides et ne peuvent pas être consommés. Pour les faire mûrir, il suffira de couper les branches qui portent les

grappes, à dix centimètres au-dessous de la première grappe et de plonger l'extrémité de ces branches dans des fioles remplies d'eau additionnée d'une bonne pincée de poudre de charbon végétal ; les diverses fioles, ainsi préparées, seront suspendues dans une chambre petite, fermée, dont la température constante sera de 25 à 30°. On évitera tout courant d'air qui favoriserait le transport des moisissures sur les raisins et déterminerait une évaporation trop rapide de l'eau de ces raisins. Ceux-ci resteront gonflés, parce que l'eau de vaporisation sera remplacée par l'eau de la fiole et ils achèveront leur maturation sans se flétrir. Quant aux pommes, aux sorbes, aux nèfles, cueillies avant la maturité complète, si on les place dans des chambres semblables à la précédente sur de la paille, elles achèveront très rapidement de perdre leurs acides et leurs tannins.

II. — PRINCIPES DES MÉTHODES EMPLOYÉES POUR RETARDER LA MATURATION DES FRUITS

a) *Fruits contenant surtout des acides fixes et des matières sucrées et ne se parfumant pas.*

Nous avons dit précédemment que, aux températures élevées, les fruits acides peuvent offrir un quotient respiratoire inférieur à l'unité et que ce phénomène se produit quand les acides ont presque complètement disparu. Mais ce quotient peut être également inférieur à l'unité, bien que les fruits contiennent une grande quantité d'acides ; il suffit pour cela que la température soit suffisamment basse. C'est ainsi que des pommes, des raisins et des mandarines contenant, les premières beaucoup d'acide malique, les seconds beaucoup d'acide tartrique et les dernières une notable proportion d'acide citrique, nous ont présenté, pendant tout le temps qu'ils ont été placés à la température de 0°, un quotient inférieur à l'unité. Puisque la destruction des acides nécessite un quotient supérieur à l'unité, nous avons tout lieu de croire que la quantité d'acides n'a pas diminué. En effet, l'analyse des pommes et des raisins faite après quatre mois de séjour dans la glace nous a montré que la teneur en acides n'avait pas changé dans ces fruits, tandis que des fruits semblables, placés à 30° et à 33° avaient perdu en quelques jours presque toute leur acidité. D'ailleurs des cultures de moisissures faites à 0° sur un mélange de sucre et d'acides nous ont montré que, à cette température, le sucre seul sert d'aliment, l'acide n'étant pas touché.

Puisque le sucre continue à être comburé à 0°, on devrait s'attendre à voir la teneur en sucre diminuer. Il n'en est rien, car aux basses températures, ainsi que nous l'avons constamment observé, la respiration des fruits est très faible, le dégagement de gaz carbonique est à peine sensible et, par suite, la destruction du sucre est presque nulle.

Tous ces faits nous permettent d'établir que les fruits ne contenant que du sucre et des acides fixes peuvent être conservés très longtemps au degré de maturité où on les a cueillis, si la température est suffisamment basse. Ce n'est, d'ailleurs, qu'entourées de glace, que les cerises expédiées d'Australie peuvent arriver jusqu'en France sans éprouver d'altération sensible. Mais si, au lieu de placer nos fruits à 0°, nous les plaçons à 10-15°, nous observons des faits bien intéressants. Tandis que le quotient respiratoire des pommes qui contiennent de l'acide malique est souvent alors supérieur à l'unité, ceux des raisins (acide tartrique), des mandarines et des oranges (principalement acide citrique) sont encore inférieurs à l'unité. Cela nous prouve que l'acide malique est détruit à une température à laquelle les acides tartrique et citrique ne le sont pas. C'est ce que nous avons achevé d'établir en faisant des cultures de moisissures sur un mélange de sucre et de l'un des trois acides précédents, à la température de 8 à 10° ; nous avons, en effet, trouvé que, dans le cas de l'acide malique, le quotient respiratoire est supérieur à l'unité et la quantité d'acide diminue, tandis que, dans le cas des acides tartrique et citrique, le quotient est inférieur à l'unité et la quantité d'acide ne diminue pas. Enfin une autre preuve est donnée par ce fait que dans les pommes placées à 10-15°, la quantité d'acide diminue beaucoup, tandis que, dans les raisins et les fruits des Aurantiacées placés à la même température, la quantité d'acide est presque constante.

Nous pouvons maintenant comprendre pourquoi les pommes et les autres fruits à acide malique (poires, sorbes, nèfles, etc.) mûrissent sous des climats plus froids que les raisins et surtout que les fruits des Aurantiacées. Nous ne sommes également plus étonnés de constater que les pommes cueillies un peu avant leur maturité achèvent de mûrir dans un fruitier dont la température est peu élevée, tandis que les raisins, les oranges et les mandarines ne mûrissent pas, dans de pareilles conditions.

b) *Fruits contenant ou non des acides fixes, mais se parfumant à la maturité.*

Nous avons vu que ces fruits contiennent des tannins. Or, à l'encontre des acides, les tannins sont oxydés aux basses tempéra-

tures comme aux températures élevées ; aussi ces fruits, les kakis en particulier, tout en mûrissant plus lentement qu'à ces dernières températures par suite du ralentissement de leur intensité respiratoire, perdent-ils tous leurs tannins et, aussitôt, la transformation pectique de la pectose des parois cellulaires se manifeste, le fruit tourne, blettit, comme aux températures élevées ; il se ramollit donc et devient par suite d'une conservation et d'un maniement difficiles. Remarque importante, ces fruits quoique blets ne sont souvent pas parfumés ; on a vu, en effet, plus haut, que, par suite du ralentissement de la vie des cellules, l'oxygène qui parvient à celles-ci est souvent encore suffisant ; aussi n'y a-t-il pas généralement asphyxie, ni formation d'alcools et de parfums. Cependant, dans les sorbes et les nèfles, par exemple, l'activité des cellules est telle que l'asphyxie se produit et que l'on constate la production d'alcools : il en résulte l'apparition de l'odeur d'acétate d'éthyle.

Dans ces deux derniers fruits qui, outre le tannin, contiennent des acides, ceux-ci ne sont pas détruits aux basses températures ; aussi les sorbes et les nèfles bletties dans ces conditions contiennent-elles une certaine quantité d'acides fixes que les mêmes fruits mûris à haute température ne possèdent pas.

Cela nous permet d'expliquer un fait qu'on observe très souvent avec les sorbes. Les nombreux fruits que porte un même sorbier sont loin d'être mûrs à la même époque. On en trouve qui ont atteint leur complet blettissement avant les premiers froids d'automne, alors que d'autres ne sont mûrs que pendant cette période de froid.

Les uns et les autres ont bien perdu leur astringence, mais les derniers sont toujours plus acides au goût que les premiers. C'est que les fruits tardifs possèdent encore une certaine quantité d'acide malique et de tannins lors de l'apparition du froid. Or, l'abaissement constant de la température s'oppose bien à la combustion de l'acide, mais il est sans action sur celle des tannins. Ceux-ci disparaissent, la transformation de la pectose des parois cellulaires en pectine survient, provoque l'apparition de la période de blettissement et, enfin, la mort des cellules. Les acides restent donc dans le fruit blet et lui communiquent la saveur aigrelette qu'il possède.

En résumé, *une température basse, voisine de 0°, retarde la maturation de tous les fruits charnus sucrés ; mais, tandis que les fruits qui ne blettissent pas peuvent ainsi être conservés très longtemps (raisins, fruits des Aurantiacées, certaines pommes, etc.), les fruits qui blettissent ne peuvent être conservés que pendant un temps beaucoup plus court. Cela est dû à ce que les tannins qu'ils contien-*

nent sont oxydés aux basses températures comme aux températures élevées et aussitôt qu'ils ont disparu, les fruits se ramollissent, fermentent et deviennent difficiles à manier (kakis, sorbes, nèfles, certaines pommes et poires, ananas, etc.).

L'utilisation du froid pour la conservation des fruits a été tentée en grand, pour la première fois, par M. E. Salomon, il y a une dizaine d'années : mais ce savant horticulteur a renoncé à ce procédé, parce que le parfum des fruits ainsi conservés se perd presque complètement. Maintenant que nous avons établi que le parfum ne peut se produire que par une asphyxie partielle des cellules et que celle-ci n'a lieu qu'autant que l'activité de ces cellules est assez considérable pour que la quantité d'oxygène fournie par l'atmosphère soit insuffisante, on conçoit qu'il soit facile de faire apparaître le parfum dans les fruits conservés par le froid à un état de vie ralentie : il suffit de les porter à une température telle que leur besoin d'oxygène soit supérieur à la quantité de ce gaz dont elles peuvent disposer.

On placera donc les fruits conservés par le froid à des températures graduellement croissantes jusqu'à 30 ou 33°. Grâce également à ces dernières températures, si les fruits ont été cueillis quand ils contenaient encore des acides fixes, ils perdront ces acides.

Dans le procédé de conservation des raisins dit à râfle verte, on utilise encore le ralentissement de l'activité cellulaire déterminé par un abaissement de la température.

Par ce procédé utilisé en Belgique et à Thomery, principalement pour le chasselas, dans cette dernière localité, on conserve très longtemps les raisins en évitant toute variation atmosphérique, en évitant aussi les courants d'air, l'humidité et la lumière.

On a raison de tenir un certain compte de la lumière ; les radiations lumineuses semblent, en effet, d'après certaines expériences que nous avons faites, exercer une action importante sur la maturation. Nous poursuivons actuellement ces expériences et nous espérons au prochain Congrès entretenir la section de botanique des résultats que nous aurons obtenus.

M. A. BOIRIVANT

Préparateur à la Faculté des sciences de Paris.

INFLUENCE D'UN CORPS ÉTRANGER INTRODUIT DANS LE MÉRISTÈME TERMINAL DE LA RACINE (1)

[581.1]

— Séance du 11 août 1897 —

On sait que dans la nature le méristème terminal de la racine, quoique protégé par la coiffe, se trouve assez souvent blessé. Lorsque la lésion est de petite étendue l'organe continue à s'accroître. On observe fréquemment diverses variétés de blessures.

Ainsi la racine est quelquefois fendue longitudinalement à son extrémité par les mandibules d'un insecte. La fente partage la pointe de la racine en deux parties qui peuvent se développer isolément, de sorte que, quelques jours après l'organe se trouve bifurqué. Lorsque les deux demi-racines ont atteint une certaine longueur elles ont chacune reconstitué leurs tissus de façon à posséder une structure normale dans leur portion terminale.

Dans un autre cas une portion du méristème terminal est détruite; par exemple, l'extrémité de la racine peut être attaquée latéralement. Dans ce cas la partie qui subsiste est en tout comparable à l'un des segments obtenus dans l'exemple précédent et le processus de régénération est le même.

Enfin il peut se faire qu'une très faible portion du méristème terminal soit détruite à l'extrémité, alors cette partie est rapidement régénérée et la racine continue à se développer.

J'ai étudié les modifications éprouvées par la racine quand on introduit un corps étranger dans son méristème terminal et le processus de régénération qui en résulte. Pour l'étude expérimentale j'ai choisi des fils de verre. Ces fils peuvent être aussi fins qu'on le désire; ils ont l'avantage d'être inaltérables; leur influence est donc uniquement mécanique.

(1) Travail fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

Zea Mays (Morphologie externe). — J'introduis l'extrémité d'un fil de verre très fin dans une racine qui mesure de deux à quatre centimètres de longueur. Je fais pénétrer ce fil par le sommet suivant l'axe de l'organe. Pour ne pas produire une blessure trop considérable, il ne faut pas enfoncer ce fil sur une longueur plus grande que trois millimètres environ. La racine continue à croître en englobant le fil de verre. Quelques jours après l'opération, la racine est beaucoup plus longue et le fil paraît toujours être dans l'axe.

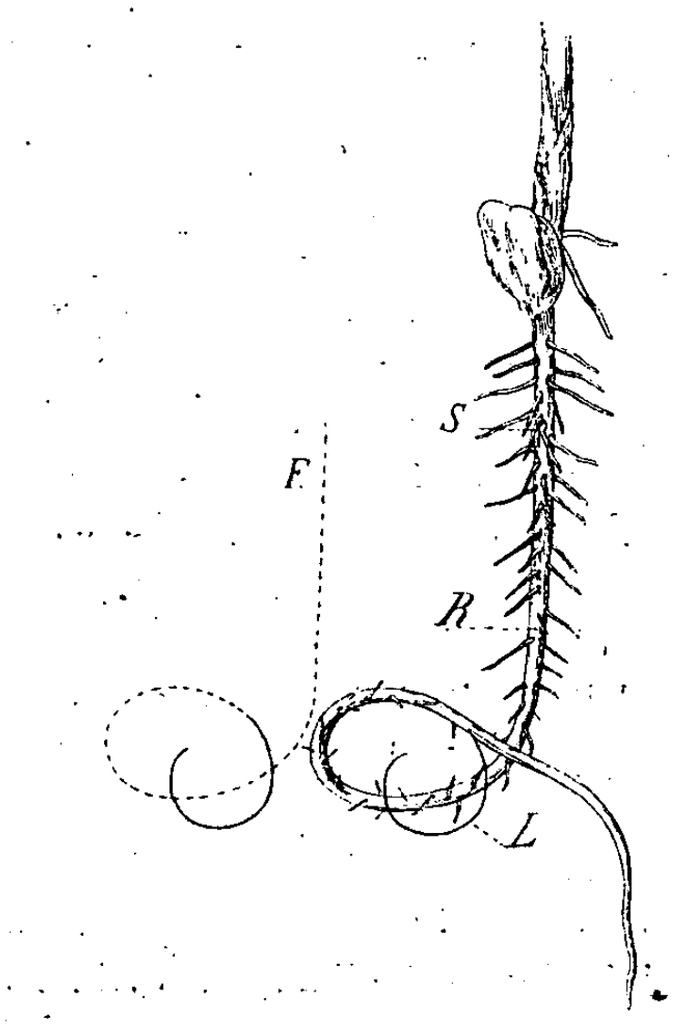


FIG. 1.

Zea Mays (culture dans l'eau).

R, racine ayant englobé un fil de verre enroulé en spirale. L, région libre du fil de verre. S, point correspondant à l'extrémité de la région du fil située dans la racine. F, fil de verre ayant servi à l'expérience et supposé extrait de l'organe qui le contenait. (La partie représentée en pointillé correspond à la portion ayant été englobée par la racine).

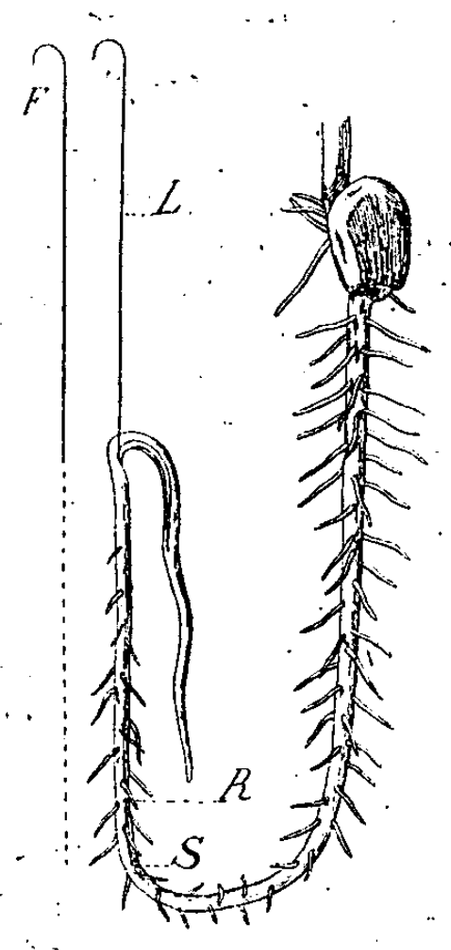


FIG. 2.

Zea Mays (culture dans l'eau).

Mêmes lettres que pour la figure 1. Le fil de verre est rectiligne et vertical. Il était fixé en haut à l'aide de son extrémité recourbée en crochet.

Si ce fil est rectiligne, l'organe prend aussi une direction complètement rectiligne dans sa région terminale. Le phénomène de circumnutation a donc été supprimé. Entre les doigts cette portion de la racine est résistante, soutenue par un squelette interne. La racine

enveloppe ainsi le corps étranger pendant plusieurs jours et sur une longueur qui peut dépasser dix centimètres. Puis sa pointe s'en éloigne petit à petit, finalement elle le quitte complètement et continue à s'allonger. La racine, lorsqu'elle vient de se séparer du fil, n'est pas cylindrique, mais elle présente un sillon situé sur la face tournée du côté du corps étranger. La racine continuant à s'allonger, le sillon diminue progressivement de largeur et l'organe reprend bientôt sa forme normale.

Quand le fil au lieu d'être rectiligne est enroulé, la racine s'englobe, comme précédemment et prend d'abord la même forme que lui, puis s'en détache au bout d'un certain temps *(fig. 1)*.

Quand on recourbe artificiellement une racine de façon à tourner son extrémité vers le haut et qu'ensuite on la laisse croître librement, elle ne tarde pas, grace à son géotropisme positif, à s'incurver pour diriger de nouveau son extrémité vers le sol. Si j'enfonce dans son méristème terminal un fil de verre rectiligne et vertical, les choses vont se passer différemment. Sur une certaine longueur la racine suit le fil; son géotropisme est donc momentanément annulé. Ce n'est qu'après s'être allongée dans ces conditions de plusieurs centimètres qu'elle quitte progressivement le fil et alors seulement elle se dirige vers le sol *(fig. 2)*.

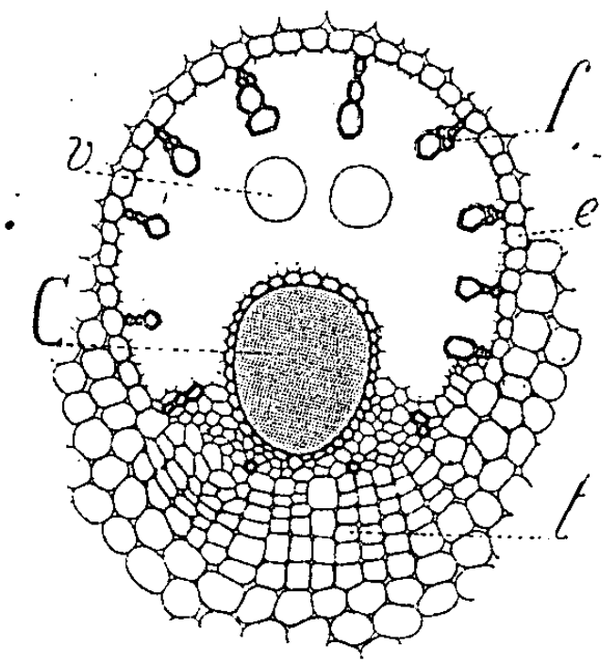


FIG. 3. — *Zea Mays*.

e, endoderme. *f*, faisceaux ligneux. *t*, cellules disposées en files radiales, résultant du cloisonnement tangentiel des cellules de l'endoderme et des cellules des assises cordicales les plus internes. *v*, vaisseau. C, fil de verre.

(Morphologie interne). L'anatomie de la racine de maïs ne présente rien de particulier. Le cylindre central montre un grand nombre de faisceaux et le péricycle manque en face des faisceaux ligneux : caractère des graminées.

Je décrirai successivement la structure de la racine.

1° Dans la région qui contient le fil de verre ;

2° Dans la région correspondant à l'abandon du fil de verre par la racine ;

3° Dans la partie terminale libre de la racine.

Une coupe de la région de la racine qui contient le fil de verre montre que ce fil est situé dans le cylindre central, mais qu'il n'est

pas rigoureusement dans l'axe. Il en résulte quelques troubles dans la symétrie de l'organe. Ainsi, dans la partie la plus éloignée du corps étranger, les faisceaux sont développés normalement ; au contraire,

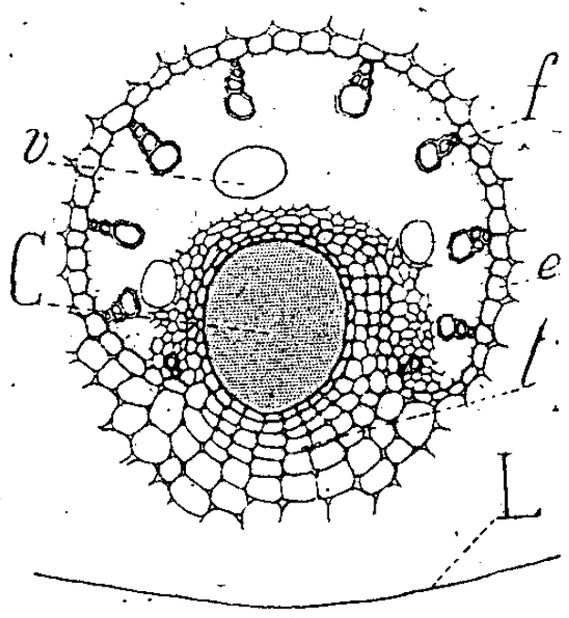


FIG. 4. — *Zea Mays.*

t, cellules corticales disposées en files radiales. L, limite externe de l'écorce, *v C*, *f e*, comme pour la figure précédente.

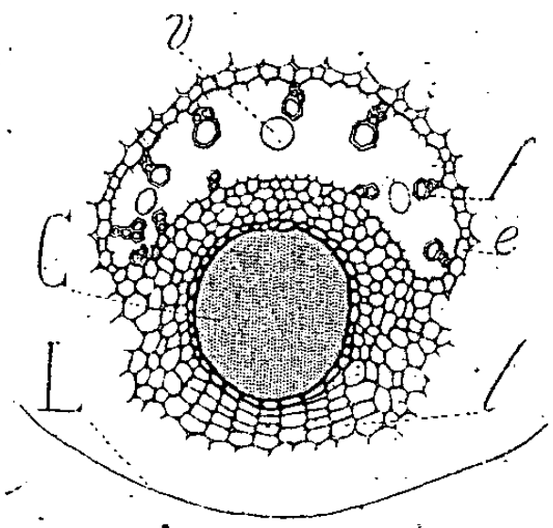


FIG. 5. — *Zea Mays.*

Mêmes lettres que pour la figure 4.

dans la région la plus rapprochée, ces faisceaux sont atrophiés. Les faisceaux ligneux, par exemple, se réduisent à un ou deux vaisseaux seulement. Entre ces deux points, on observe tous les stades intermédiaires dans cette réduction des faisceaux. Les cellules qui sont en contact immédiat avec le fil de verre ont éprouvé une modification spéciale ; leur taille et leur forme sont peu changées, mais leur membrane s'est épaissie et subérisée.

Dans une partie plus voisine du point de sortie, le fil de verre devient de plus en plus excentrique. Il se produit un grand nombre de divisions cellulaires dans la partie de l'écorce la plus voisine du fil de verre. C'est l'endoderme et les deux ou trois assises cellulaires qui l'entourent qui sont le siège de ce phénomène *(fig. 3)*.

Puis le fil passe partiellement dans l'écorce. Les cellules subérisées qui l'entourent proviennent alors, en partie, du cylindre central et en partie du tissu serré de l'écorce. A ce niveau, l'ensemble des faisceaux se trouve disposé en fer à cheval.

Plus loin, le cylindre central se reconstitue, abandonnant le fil de verre à l'écorce *(fig. 4* et *5)*. Il se présente alors en coupe sous l'aspect d'un croissant dont le côté convexe a de gros faisceaux et le côté concave de très petits. Une ou deux assises de cellules corti-

cales subérisées forment manchon autour du fil ; ces cellules sont petites et polygonales. La portion de tissu cortical située directement en dehors du fil, a ses cellules aplaties suivant le sens tangentiel et disposées en séries radiales.

Le fil quitte alors l'écorce *(fig. 6)* et le sillon qui en résulte est limité par une assise de cellules qui ne tarde pas à produire des poils absorbants comme l'assise pilifère normale de la racine.

Ce sillon cortical s'efface progressivement et le cylindre central considéré sur une coupe transversale prend une forme elliptique *(fig. 7)*. Puis la racine acquiert peu à peu sa structure habituelle.

Le maïs est une plante particulièrement propre à l'expérience dont nous venons de parler, parce que la racine suit assez longtemps le fil avant de l'abandonner. La plupart des autres plantes, sur lesquelles

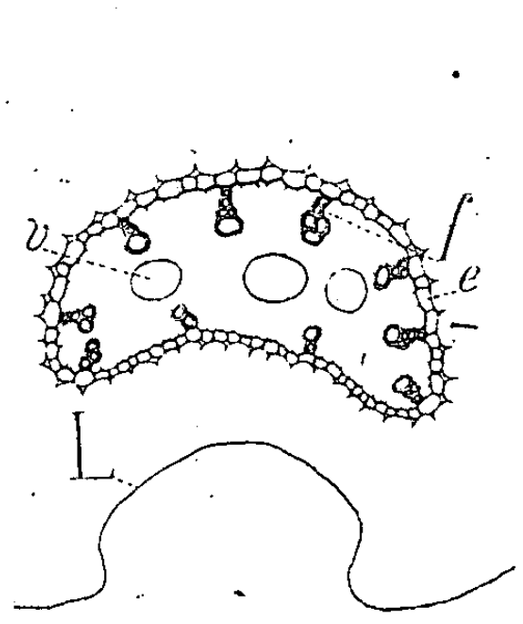


FIG. 6. — *Zea Mays.*

Mêmes lettres que pour la figure 4.

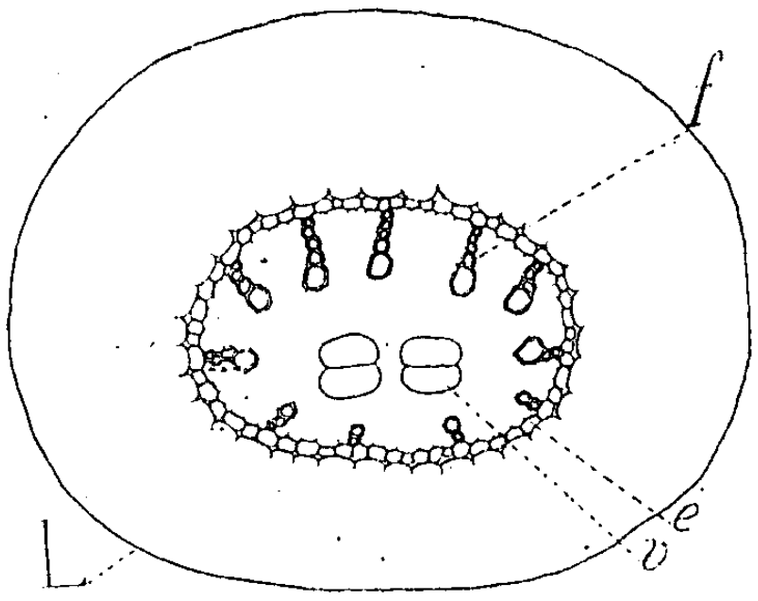


FIG. 7. — *Zea Mays.*

Mêmes lettres que pour la figure 4.

j'ai renouvelé le même essai (Fève, Ricin, Lupin, etc.), fournissent le même résultat avec cette différence que le fil est abandonné beaucoup plus tôt. Le fait le plus intéressant de cette expérience, c'est d'avoir supprimé, pendant un certain temps, le géotropisme positif de la racine en la faisant croître de bas en haut.

M. H. JODIN

Licencié ès-sciences naturelles. Préparateur à la Sorbonne.

BOURGEONS ET RACINES ADVENTIVES (1)

[581.1]

— *Séance du 11 août 1897* —

Il est une question que l'on a peu étudiée jusqu'ici et à propos de laquelle on a fait trop peu d'expériences pour qu'on puisse conclure d'une façon absolue ; cette question est la suivante : les substances absorbées par les racines d'une plante sont-elles toujours réparties d'une manière uniforme dans la tige, ou bien la circulation de la sève peut-elle se faire inégalement dans les divers faisceaux libéro-ligneux, lorsque certains d'entre eux se trouvent en relation plus étroite que les autres avec des régions où se produisent des organes nouveaux ?

Pour résoudre cette question, nous pourrions prendre une jeune plante et arrêter en certains points le courant ascendant de la sève ; il suffirait d'examiner ensuite comparativement les régions où ce courant subsisterait et celles où il serait arrêté. Un moyen plus pratique et plus sûr consistera à arrêter complètement le courant et à étudier ensuite comment il se rétablit, dans quels points il se rétablit de préférence, et enfin quelles peuvent en être les conséquences au point de vue anatomique.

Pour mettre une plante dans les conditions que nous venons d'indiquer, il nous suffira de prendre un jeune rameau et de le mettre en terre en lui donnant suffisamment de chaleur et d'humidité, en d'autres termes, de faire ce qu'on appelle communément une bouture. Nous savons déjà ce qui doit se passer : au bout d'un temps qui varie suivant l'âge et la nature de la plante, nous verrons tout autour de la jeune tige se développer une collerette de racines

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

adventives ; et, capable alors de puiser elle-même sa nourriture, la bouture deviendra un nouvel individu susceptible de se reproduire.

Qu'arriverait-il si, tout en mettant la bouture dans les mêmes conditions, nous opérions quelques changements dans sa forme ? Si, par exemple, nous coupions la partie terminale de la tige en ne laissant latéralement qu'un bourgeon ou qu'un rameau ? C'est alors que nous aurions à signaler des différences importantes, sur lesquelles nous allons nous arrêter quelques instants.

Nous pourrons choisir, comme sujet d'expérience, une Labiée dont la tige quadrangulaire rendra les résultats plus clairs et plus frappants.

Si nous prenons une tige de *Coleus*, par exemple, et que nous en fassions une bouture comme nous venons de le dire en dernier lieu, nous pouvons voir, au bout de peu de temps, un certain nombre de racines adventives apparaître ; mais elles ne se forment pas tout autour de la tige, comme lorsqu'on laisse subsister le bourgeon terminal : elles naissent exclusivement sur la face qui porte le rameau ou le bourgeon unique que l'on a laissé subsister.

S'il y avait une communication facile et complète entre les divers faisceaux libéro-ligneux, il n'y aurait pas de raison pour qu'au bas de la bouture il se formât des racines adventives plutôt d'un côté que de l'autre. Le fait qu'il ne s'en produit que sur la face où existe un rameau, prouve nettement que les divers faisceaux sont presque indépendants les uns des autres. La sève, élaborée par les feuilles du rameau, n'est descendue que par les faisceaux en relation plus étroite avec ce rameau, sans presque se répandre latéralement. Désormais, ce même côté de la tige sera le siège d'une circulation plus active, grâce au développement des racines, et alors, le rameau dont la croissance avait été fortement ralentie jusqu'à leur apparition, recommence à se développer normalement.

Il semble bien évident, d'après cette expérience, que la tige se nourrit d'une façon beaucoup plus intense du côté où se trouvent des racines et des feuilles.

D'ailleurs on peut varier la même expérience de plusieurs façons qui la rendent plus frappante. Ainsi, au lieu de ne laisser qu'un seul rameau latéral, si l'on en laisse deux, soit sur deux faces voisines, soit sur deux faces opposées, on pourra facilement constater que les racines adventives se développent à la base des faces correspondantes, et enfin, si on laisse trois rameaux latéraux, chacun sur une face différente, on verra fort nettement la disposition des racines adventives sur les trois faces.

Cette expérience, très nette chez les Labiées, réussit aussi bien avec les plantes d'autres familles ; chez les Composées, par exemple, les *Anthemis*, qui se bouturent facilement, donnent les mêmes résultats ; un grand nombre d'arbres ou d'arbustes, le saule, le peuplier, la vigne, etc., permettent de généraliser les résultats signalés plus haut.

Parfois, après que sont apparues les racines adventives du côté où l'on a laissé subsister un rameau, il naît des racines sur les autres faces de la tige.

Ce fait est-il en contradiction avec la conclusion que nous avons tirée plus haut ? En aucune façon. Si nous regardons en effet tout le long de la tige, il est aisé de constater qu'à ces racines nées en dernier lieu correspondent des bourgeons très jeunes, très petits, qui

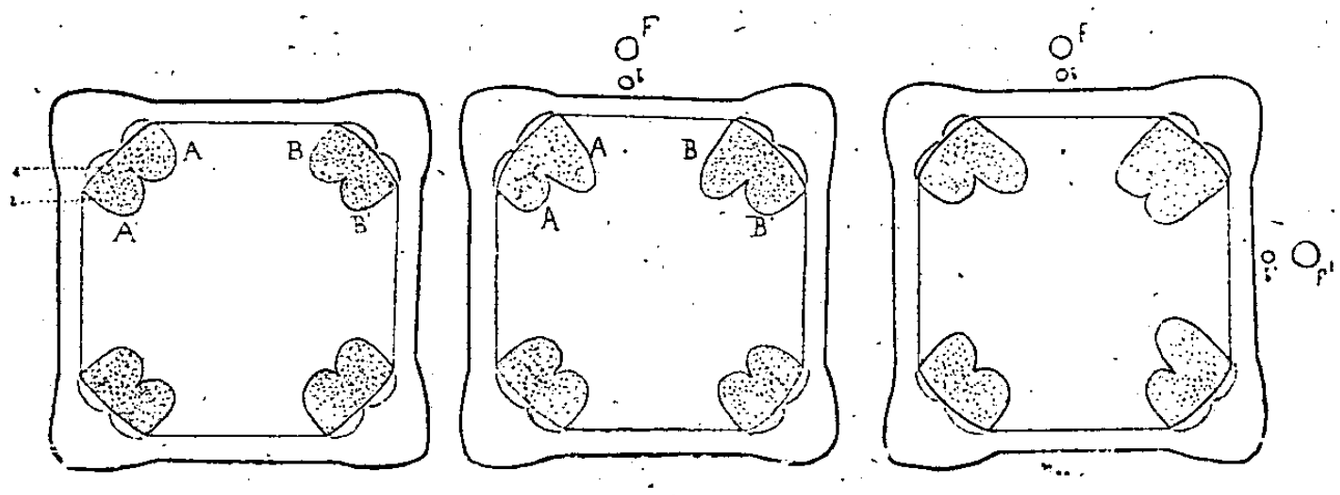


FIG. 1. FIG. 2. FIG. 3.

Schémas représentant une bouture de labiée coupée transversalement.

Bouture normale : 1, liber ; 2, bois.

Bouture coupée à son sommet, portant latéralement une seule feuille F et son bourgeon *b* axillaire.

Bouture coupée en son sommet, portant latéralement deux feuilles F, F′ et deux bourgeons axillaires *b*, *b*′.

pourraient passer inaperçus. Et, en suivant de près leur développement, on constate qu'ils sont nés *avant* les racines correspondantes. La règle que nous avons donnée, loin d'être infirmée par ce fait, reçoit au contraire une nouvelle confirmation.

Comment alors expliquer l'apparition de ces bourgeons ? Remarquons tout d'abord qu'ils apparaissent d'autant plus facilement que les tissus sont plus jeunes ; et comme les échanges entre cellules se font très aisément quand leurs parois sont minces, on conçoit qu'il puisse leur arriver des aliments, sur n'importe quelle face de la tige.

Examinons au point de vue anatomique les différences qui peuvent

en résulter. Une tige de Labiée présente en coupe transversale un faisceau à chaque angle. Les faisceaux qui vont dans une feuille F et son bourgeon axillaire *b* sont empruntés pour moitié à la partie A d'un faisceau et pour moitié à la partie B du faisceau voisin. Dans une tige entière ou dans une bouture normale, il n'y a aucune raison pour que la partie A du faisceau soit différente de la partie A′, ni la partie B de la partie B′ (*fig. 1*). Mais dans le cas de la bouture que nous avons faite, tout le système vasculaire se reliant à F se développera davantage : donc les parties A et B seront respectivement plus développées que A′ et B′ (*fig. 2*). Dans le cas où l'on aurait laissé deux bourgeons *b* et *b′* et deux feuilles F et F′, les faisceaux présenteraient le développement indiqué sur la fig. 3.

Ce fait est une preuve de plus à l'appui de ce que nous avancions tout à l'heure, en confirmant d'une manière indiscutable l'individualité relative des faisceaux libéro-ligneux.

M. le Dr DESTOT

A Lyon.

ACTION PHYSIOLOGIQUE DES RAYONS X [537.53]

— Séance du 9 août 1897 —

Le malade que l'on expose à la lumière d'un tube de Crookes, n'est pas seulement soumis aux vibrations particulières découvertes par le professeur Rœntgen, mais à un ensemble complexe de vibrations électriques qui dépendent :

1° Du générateur électrique employé.

2° De l'appareil électrique particulier qu'est le tube de Crookes.

Les modifications physiologiques observées doivent donc être nettement distinguées suivant la cause qui leur donne naissance.

On devra nettement séparer les influences électriques des influences dues aux Rayons X proprement dits.

Sans vouloir rapporter ici les observations des troubles trophiques signalés par différents auteurs, on peut dire que leurs caractères sont :

1° La durée de l'incubation très longue (parfois de 4 à 27 jours) entre le moment de l'exposition et le moment de l'apparition des troubles. Ce fait distingue nettement ces troubles trophiques de ceux qui succèdent aux actions des agents physiques lumière, chaleur.

2° La qualité des lésions observées, leur durée les rapprochent des troubles consécutifs à des lésions nerveuses.

3° L'action du tube est insensible la plupart du temps.

Nous avons été frappé tout d'abord de ce fait que les troubles trophiques ne se produisaient pas avec la machine statique alors que les rayons X étaient aussi beaux avec ce générateur qu'avec la bobine, et ce fait nous a conduit à penser que l'action électrique devait être la cause des troubles trophiques.

Au mois de février 1896 nous avions remarqué que le radiomètre mis en présence d'un tube de Crookes en activité s'éclairait à distance ; l'interposition d'une lame d'aluminium arrêtait cet effet lumineux, enfin la suppression du tube de Crookes montrait que le radiomètre s'illuminait d'une façon plus intense en présence d'un pôle isolé soit de la bobine soit de la machine statique.

Nous avons donc pu répondre aux expériences de MM. Gossart et Chevalier que le calage des ailettes était dû à une atmosphère électrique particulière dégagée autour du tube et que les rayons X n'étaient pour rien dans la production du phénomène.

4° Qu'une lame d'aluminium mise au sol et interposée entre le tube et la région exposée, supprimant le rayonnement électrique mais n'arrêtant en rien les rayons X, pouvait empêcher les troubles trophiques.

Tous ces faits nous avaient conduit à rechercher quelle était l'essence des troubles observés et dans une série de conférences faites dans le service de notre maître le professeur Lépine, nous avions pu montrer que les troubles du pouls et de la circulation générale provoqués par l'action du tube étaient dus au rayonnement électrique particulier à chaque générateur puisqu'ils différaient avec la machine statique et avec la bobine.

C'est sur cette base que nous avons entrepris une série de recherches qui démontrent l'action prépondérante des rayons électriques sur les rayons X dans la production des troubles trophiques.

Le tube de Crookes considéré au point de vue physique est un condensateur dont les deux armatures sont séparées par un diélectrique gazeux de très grande résistance; si bien que lorsque l'on fait agir sur ce condensateur des ondes électriques inégales, la plus forte seule peut passer, dans l'espèce l'onde négative est toujours prédominante et c'est pourquoi elle seule détermine la polarisation du tube.

Si bien que l'on peut considérer que dans la bobine l'onde négative seule peut passer.

Ce fait apparaît lorsqu'un tube se casse et que l'air rentre lentement, on voit alors la projection de l'onde négative se faire jusqu'au voisinage de l'anode, alors que la surface anodique est entourée d'un halo positif beaucoup moindre.

Dans l'obscurité, le fil négatif, quand il est suffisamment fin, montre des aigrettes latérales très grandes alors que le fil positif est à peine éclairé.

Enfin j'ai appelé depuis longtemps l'attention sur le moyen de régler la machine statique avec des détonateurs à boules ; si le tube émet peu de rayons lorsque les boules sont en contact, on augmente considérablement leur intensité en les écartant progressivement ; on atteint ainsi rapidement un maximum. Si l'on vient à augmenter l'écartement à ce moment, il se produit dans le tube une série de rayons bleus et verts et les rayons X disparaissent.

Ce fait s'explique parce que les charges négatives et positives de l'anode et de la cathode étant égales, il se fait une émission de rayons anodiques et cathodiques qui empêchent la polarisation du tube. Le tube de Crookes diffère notablement du tube de Geissler, précisément en raison de la résistance du vide et l'atmosphère extérieure du tube est surtout négative ainsi que le démontrent les expériences suivantes.

On sait que lorsqu'on présente un tube à vide en face des deux pôles d'une bobine isolée, on trouve dans une position symétrique, par rapport à ces pôles, un plan dans lequel le tube ne s'illumine pas; ce plan d'interférence se démontre aussi avec la patte galvanoscopique ; les expériences de Danilewski, de Kalischer sont démonstratives à cet égard.

Si l'on fait la même recherche, en présence d'un tube de Crookes particulier dont la distance, entre l'anode et la cathode, est de 15 centimètres, on ne trouve pas de zone d'interférence ; la patte galvanoscopique réagit surtout au niveau de la cathode, puis son excitation diminue sans pourtant disparaître au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la cathode, on ne note pas de redoublement d'excitation au niveau de l'anode, et si les rayons cathodiques viennent faire leur point

d'impact au fond du tube, on trouve là un nouveau foyer d'excitation. Les rayons cathodiques ont donc une expansion dehors et les rayons électriques extérieurs accompagnent les rayons cathodiques intérieurs et sont de même signe. La connaissance de cette atmosphère électrique est de toute importance dans l'appréciation des différents troubles physiologiques.

Les physiciens Rœntgen, Villari, Righi, Perrin, Benoît ont montré l'ionisation de l'air, et son entrée en vibrations particulières sous l'influence des rayons X ; lord Kelvin a montré la décharge de l'électroscope malgré l'enveloppement du conducteur dans un cylindre d'aluminium. Nous ne voulons pas entreprendre ici une discussion physique, mais nous tenons à faire remarquer la part considérable qu'il faut faire aux rayons électriques dont l'importance physiologique, bien démontrée par les expériences de Danilewski, reçoit de nos expériences personnelles une confirmation remarquable.

Si, en effet, on se sert d'une patte de grenouille préparée, le sciatique nu en l'isolant sur la paraffine, on peut reproduire toutes les expériences de Danilewski, comme s'il s'agissait d'une excitation unipolaire, la patte est animée de contractions rythmiques en rapport avec la rupture du trembleur ; une feuille d'aluminium interposée arrête complètement les mouvements. Toutefois, la position de la plaque, par rapport au tube, joue un rôle important ; si elle est trop près de la patte, elle peut servir de condensateur et les mouvements ne s'arrêtent pas, si elle est près du tube, il faut qu'elle couvre, jusqu'au fil négatif, l'entrée, faute de quoi il se produit en dehors une certaine quantité de rayons qui viennent exciter la patte.

Si on couvre le muscle, en laissant le nerf exposé, la contraction persiste ; si on couvre le nerf en laissant le muscle exposé, la contraction disparaît. La présence de la colonne vertébrale n'est pas utile, on peut la remplacer par un morceau de papier buvard mouillé.

Nous n'avons pas noté d'action sur le cœur, il est vrai que les séances n'ont pas été prolongées.

Si on opère de même avec la machine statique comme générateur, on observe des contractions cloniques bien différentes des secousses dues à la bobine, la feuille d'aluminium agit de même.

Ces expériences démontrent : 1° l'action des rayons électriques sur les nerfs ; 2° la différence d'irritation de la bobine et de la machine ; elles prouvent que les rayons X ne sont pour rien dans le phénomène, puisque si on arrête les rayons électriques par la feuille d'aluminium qui laisse passer les rayons X, les phénomènes disparaissent, l'irritation est donc plus grande lorsque les chutes du potentiel du nerf sont saccadées, brutales et peu fréquentes.

EXPÉRIENCES SUR L'ŒIL

Si, fermant les yeux derrière une feuille de plomb percée d'une fente, on fait fonctionner un tube de Crookes, on perçoit nettement des battements lumineux qui n'ont rien de commun avec la vision vraie et ces phénomènes s'observent aussi bien chez les aveugles atteints de cataracte ou de leucome de la cornée. Si derrière la lame de plomb on met une feuille d'aluminium, les phénomènes disparaissent. Il s'agit donc là d'une excitation de la rétine par les rayons électriques.

EXPÉRIENCES SUR LA CIRCULATION

J'ai déjà présenté des tracés de pouls, démontrant l'influence des rayons X sur la circulation. Dans la thèse de M. Schall, j'ai réuni d'autres observations qui démontrent que l'action localisée du tube de Crookes sur la main détermine une modification générale de la circulation. Je n'ai pas répété ces expériences sur les animaux dont la peau diffère considérablement au point de vue physiologique de la peau humaine ; les conclusions auxquelles je suis arrivé sont :

1° Avec la bobine, on note un ralentissement du pouls accompagné de diminution du dicrotisme indiquant une tension plus considérable ; on peut même observer, à la fin d'une séance d'une heure, une arythmie persistante ;

2° Avec la machine statique, on observe les phénomènes de même ordre, toutefois beaucoup moins accusés et n'arrivant pas à l'arythmie ; enfin, le tube arrêté, le pouls reprend immédiatement son rythme et son allure ;

3° L'interposition d'une lame d'aluminium, mise au sol, arrête les phénomènes.

SENSIBILITÉ

Certains individus présentent une sensibilité particulière aux rayons X ; sensations de vent, de souffle, de chaleur.

Les rhumatisants sont surtout prédisposés. Certaines régions sont plus sensibles ; ainsi sur la poitrine on note des contractions involontaires des pectoraux, des soubresauts.

Ces faits sont d'accord avec les observations qui démontrent que la ligne médiane du corps est plus sensible que les autres régions.

On note, à la suite des expériences prolongées, de véritables débâcles d'acide urique et de phosphate dans les urines.

Comment agissent les rayons X.

Par électrolyse ou par induction nerveuse Guggenheimer prétend avoir obtenu des résultats sur l'actinomètre, mais il résulte des recherches de M. Rigollot que cette action doit être imputée aux rayons électri-

ques, la bobine déterminant seule les mêmes déviations de l'électromètre. D'autre part il semble que l'hypothèse de l'induction soit confirmée par ce fait que les troubles augmentent en même temps que la fréquence diminue, que la saccade brusque donnée au potentiel nerveux détermine une irritation plus vive que les secousses fusionnées.

Enfin l'incubation longue, l'action générale sur le système circulatoire, sur les urines semblent plutôt impliquer l'intervention du système nerveux; la spécialisation des ondes par le tube de Crookes déterminerait donc des troubles trophiques, là où les ondes alternatives des courants de haute fréquence si bien étudiés par le professeur D'Arsonval provoquent simplement des changements de nutrition. Avec des atmosphères alternatives il y a excitation, avec des atmosphères négatives il y a irritation et troubles trophiques consécutifs. Les rayons électriques agiraient donc mécaniquement sur le nerf et ce fait viendrait à l'appui de la théorie soutenue par M. Chauveau en 1859.

Enfin de toutes façons les rayons X ne joueraient aucun rôle par eux-mêmes et ce sont les rayons électriques qui les accompagnent qui sont la cause des troubles trophiques observés.

M. H. NICOLAS

Bibliothécaire de l'Académie de Vaucluse, à Avignon.

OBSERVATIONS SUR LES HYMÉNOPTÈRES [595.79]

— Séance du 9 août 1897 —

J'ai à diverses reprises attiré l'attention des entomologistes sur l'importance des expériences concluantes qu'on pouvait réaliser sur les Hyménoptères.

J'ai ensuite indiqué mes observations entreprises au sommet du

mont Ventoux (1) que le temps seul à y consacrer ne m'a pas permis de poursuivre plus longuement bien qu'elles aient été continuées dans leur ensemble par ceux-là mêmes qui les premiers les avaient entreprises (2).

De mon côté il m'a été rarement possible de me rendre à ce sommet Vauclusien et depuis ma dernière excursion en juillet 1890, l'occasion ne s'est plus présentée de refaire une ascension qui laisse de si agréables souvenirs et qui donne des matériaux si utiles aux études des sciences naturelles. J'ai d'ailleurs rendu compte dans nos Congrès du résultat que je poursuivais ; je viens aujourd'hui combler une lacune et donner quelques nouvelles indications.

Mon but en faisant porter des tubes contenant des nids d'Hyménoptères au sommet du mont Ventoux était de placer ces bouts de roseaux dans des conditions particulières de température basse ; si dans la plaine les éclosions suivent le mouvement thermométrique, il fallait soustraire mes Hyménoptères à cette influence manifeste pour se rendre compte des conditions de milieux plus froids ; or, les faits s'accordaient parfaitement avec nos prévisions qui nous avaient fait admettre qu'une basse température devait entraîner un retard dans les éclosions de nos Hyménoptères.

Nous avons vu que ce retard se traduisait par :

	Altitude	600m	Eclosion	15 mars	Retard	25 jours
	—	860	—	1 avril	—	41 —
	—	1.253	—	28 avril	—	69 —
	—	1.400	—	12 mai	—	83 —
	—	1.700	—	27 mai	—	98 —
Sommet du Ventoux	—	1.912	—	15 juin	—	117 —

Il était évident que ces dates n'avaient rien de fixe, qu'elles pouvaient et devaient varier d'une expérience à une autre.

Nous avions aussi constaté que les éclosions de notre laboratoire à Avignon s'effectuaient assez régulièrement vers la mi-février et nous pensions aussi, qu'à la suite de nombreuses observations donnant toujours une date s'éloignant peu de celle que nous venons d'indiquer, il fallait en conclure qu'elle était fixe, invariable, que rien ne pouvait faire changer. Or, nous verrons bientôt qu'elle est loin d'avoir cette rigueur absolue et qu'elle peut subir des variations sensibles.

(1) Voir nos *Etudes sur les Hyménoptères au sommet du mont Ventoux en 1890-1891-1893.* Association française pour l'avancement des Sciences. — Congrès de Limoges, Marseille et Besançon.

(2) MM. Provanne père et fils ont bien voulu continuer autant qu'il leur était possible les expériences qui réclament trop de constance et d'assiduité.

Il faut donc modifier ces premières conclusions, changer l'exposé du problème et reconnaître, sans hésitation, que ce qui détermine l'éclosion des Hyménoptères ou des insectes n'est pas une date donnée mais bien une question de température, une *somme* de chaleur reçue qui doit en déterminer la sortie et qui la retardera si elle n'est pas atteinte.

Nous l'avions cependant bien compris ainsi; puisque en plaçant nos insectes au sommet du Ventoux nous les soumettions à l'action soutenue du froid qui ne permettait pas d'obtenir, surtout, cette *somme* de chaleur indispensable ; c'est ainsi, mieux encore, que suivant l'altitude nous avions des retards encore de plus en plus considérables au fur et à mesure qu'on s'élevait, ce qui se traduit par ceci : c'est que la *somme* de chaleur était de moins en moins réalisée à mesure que l'on montait vers le sommet.

J'arrivai même à cette autre conclusion : c'est que si cette *somme* de chaleur nécessaire n'était jamais atteinte, jamais l'insecte n'arriverait à l'éclosion tant que ce total ne serait pas obtenu.

C'est en raisonnant dans ce sens que l'expérience suivante me fut suggérée en 1894.

Puisqu'il était impossible d'obtenir au mont Ventoux le froid nécessaire continu, il me fallait alors recourir à des moyens artificiels qu'il était possible de provoquer et de maintenir à zéro et moins pendant tout le temps que durerait, que réclamerait une semblable expérience.

Nos brasseries des villes où des caves glacées sont installées depuis quelques années pour modérer les ferments de la bière me fournissaient le meilleur moyen qu'il fût possible de rêver, d'imaginer.

J'eus recours donc à notre *Brasserie Nationale* et je préparai sept paquets de roseaux enfermés dans des sacs en canevas contenant en tout 110 tubes coupés dans des roseaux.

Sur ces 7 paquets 1 seul contenait 50 tubes devant rester toute l'année exposés dans ces caves; les autres (6 à 10 chacun, soit 60) seraient retirés successivement en avril, mai, juin, juillet, août et septembre.

Ce n'est que le 4 mai que je fais apporter des glacières de la Brasserie un premier paquet de tubes.

J'observe qu'ils sont très humides et mouillés intérieurement, comme plongés dans l'eau, puis en ouvrant un cocon qui est resté sec à l'intérieur une ♀ d'Osmia cornuta est vivante.

Quelques tubes sont vides, c'était prévu d'avance, n'ayant pas voulu ouvrir mes tubes pour ne pas les compromettre ; beaucoup ne contenaient rien. Mais les quelques *osmies* qui sont sorties quelques jours après le 8 mai, des accouplements se sont produits entre elles et la ponte a commencé.

Jusque là rien de particulier puisque à partir de 1.400 mètres d'altitude

au mont Ventoux j'avais eu des éclosions le 12-27 mai et même le 17 juin.

A ce moment un inconvénient grave se produit: la machine réfrigérante s'arrête pour subir une réparation de quelques jours.

J'avais très peu songé à ce cas, mais cet accident doit avoir son contre-coup dans nos tubes qui de — 1° peuvent arriver à + 8°. Les éclosions ont dû reprendre forcément par suite d'une telle amélioration dans la température d'autant qu'à ce moment-là correspond déjà un retard de 80 à 85 jours en temps ordinaire.

Je fais prendre 2 paquets soit 20 tubes et j'obtiens par les éclosions nombreuses, la même animation qu'en février. Les nids reprennent avec ce bourdonnement du début du printemps.

Le 1er juin un autre paquet est retiré. Ils sont humides bien que les cocons soient secs intérieurement et les éclosions continuent.

Le 2 juillet un cinquième paquet est apporté de la brasserie. Mais en ouvrant le canevas 3 éclosions ♂ se sont produites que nous ne pouvons mettre que sur le compte de l'arrêt de la machine pendant sa réparation ; malgré cela 1 ♂ est vivant quoique exposé directement au froid. Placé au soleil il sèche, lustre ses ailes et s'envole de suite.

Quelques tubes vides ; les autres sont placés sur une fenêtre d'où quelques osmies sortent des ♂ et ♀.

Je suis arrivé ainsi au 2 juillet en poussant plus loin encore le retard dans l'éclosion des *Osmia Cornuta* pour le porter des 117 jours du mont Ventoux aux 135 jours minima de la Brasserie, soit 4 mois et demi.

Un nouveau dérangement de la machine est venu ruiner mon expérience, entraînant une réparation plus longue que la première et lorsqu'elle a pu refonctionner il ne fallait plus songer à la continuer dans ces conditions désastreuses.

Malgré tout, cet insuccès porte un résultat. Les renseignements qu'une pareille expérience incomplète nous laisse restent établis, et certainement on est conduit à cette conclusion instructive, que reprise dans d'autres conditions, on arriverait à retarder d'une année à l'autre l'éclosion de ces Hyménoptères, à leur faire franchir un laps de temps considérablement long qui devait entraîner la mort inévitablement ; il n'en serait rien probablement, on le voit, et si j'ai constaté un arrêt complet de développement chez certaines larves qui restent stationnaires (Congrès de Nancy 1886 et Grenoble 1885), nous arrivons à un autre arrêt chez l'insecte parfait, ce qui semble plus grave mais non impossible.

Il y aurait ensuite à éviter cette humidité, soit en les plaçant dans des tubes en verre ou dans des boîtes en fer-blanc, ce qui écarterait toute chance de mouiller ces roseaux comme ils l'étaient ; je sais bien que le cocon est imperméable, mais j'ignore jusqu'à quel point il peut résister à un séjour prolongé dans l'eau. On préviendrait aussi le ramollissement des cloisons terreuses qui, détruites, s'effondrent et rendent les tubes pâteux à l'intérieur.

La vérification des tubes permettrait aussi de ne soumettre à cette rude et dure épreuve que ceux qui sont les mieux fournis, car souvent de vieilles cellules non écloses laissent croire, par leur poids; que le roseau est complet, tandis que souvent il n'y a que quelques loges de l'année, les autres étant plus anciennes et ne contenant rien.

J'insiste avec confiance et je recommande de reprendre ces expériences que mes loisirs ne m'ont pas permis de renouveler et de pousser plus loin : puis, en s'adressant à l'industrie privée, cet acte de complaisance demande une certaine surveillance à exercer pour que les tubes soient le plus possible entourés et recouverts de verglas, qu'ils soient bien placés pour qu'ils subissent régulièrement l'effet de cette basse température et surtout qu'il n'y ait plus des arrêts comme ceux qui se sont produits à mon premier essai.

Dans ces conditions, la réussite me semble assurée, car, certainement, une pareille observation aurait une importance considérable pour l'Entomologie.

Dans tous les cas, elle démontre absolument, ce que d'ailleurs j'avais déjà exprimé : que les *Osmia cornuta*, par suite des retards qu'elles subissent dans leur apparition, n'en continuent pas moins la propagation de l'espèce bien qu'elles n'aient plus à fournir à leur larve le miel qu'elles récoltent en février-mars, sur les premières floraisons des arbres fruitiers, mais alors sur des fleurs n'ayant aucun rapport avec celles de nos Amandiers, Abricotiers, Cerisiers, Poiriers et Pommiers.

Par exception, cette année 1897(1), l'hiver modéré que nous avons eu a devancé de beaucoup nos éclosions habituelles, et le 10 janvier, les roseaux de notre laboratoire donnaient déjà des éclosions alors que nous ne les obtenions que le 18 février.

C'est une avance de près de 40 jours sur la moyenne de nos observations.

De même et forcément, la végétation se trouvait avancée d'autant et, d'une façon générale, tous les produits de la terre se trouvaient sous les mêmes conditions d'influence thermométrique.

Depuis que nous observons nos Hyménoptères au réveil de la nature, c'est la première fois que nous notons un cas semblable de précocité florale.

Jamais nous n'avions eu à enregistrer cette hâtivité printanière

(1) L'année 1898 a été tout aussi favorable et par suite de certains changements apportés à la disposition de nos tubes, des ♂ d'*Osmia cornuta* se sont montrés dès le mois de décembre (le 18) ; j'ai pu les observer butinant sur des fleurs épanouies de Véroniques.

qui devait être signalée. Le résumé de nos observations porte que les éclosions étaient :

En 1886.....	le 6 février	En 1892.....	le 1er février
1887.....	15 —	1893.....	16 —
1888.....	4 —	1894.....	5 —
1889.....	19 —	1895.....	11 mars
1890.....	18 —	1896.....	16 février
1891.....	23 —	1897.....	10 janvier

Comme les conditions n'ont jamais été modifiées dans mon laboratoire pendant ces 11 années d'observations, il faut conclure pour cette période de 1886 à 1897 que le plus grand écart a été de 60 jours, du 11 mars en 1895 au 10 janvier en 1897.

M. H. NICOLAS

Bibliothécaire de l'Académie de Vaucluse, à Avignon.

MOLLUSQUES NOUVEAUX [459]

— Séance du 7 août 1897 —

Nous pouvons ne pas partager absolument les vues de quelques malacologistes qui, en général, pensent voir s'accuser une espèce au détriment d'un genre si quelques modifications légères atteignent quelques sujets d'une colonie, ou si l'area trop étendu d'un groupe entraîne quelques différences insensibles pour ses sujets ; mais il ne faut pas tomber dans un excès contraire et reconnaître que toutes les formes que peuvent affecter les mollusques ne sont pas encore connues, ce que les recherches qui se poursuivent de partout et les découvertes qui en résultent, démontrent de la façon la plus évidente.

Il est vrai que certaines espèces semblent se prêter plus facilement à ces différenciations pouvant aller jusqu'à l'infini, et si nous en croyons certains auteurs, qui les envisagent au point de vue purement algébrique (1), on reste confondu devant le nombre considérable de variétés qu'on pourrait ainsi obtenir; ajoutons, pour tranquilliser les collectionneurs, que ce résultat incroyable n'est encore dû qu'aux formules employées pour obtenir ces milliers de combinaisons, puis, que la nature peut ne pas se prêter aussi docilement à la rigueur mathématique de tous ces calculs d'équations. Espérons-le du moins.

Toutefois, on sera moins surpris de cette multiplicité d'espèces créées depuis quelques années si l'on veut bien nous accorder que, pour en arriver là, les mollusques en général, et certains groupes en particulier, subissent plus facilement l'influence de ces variations dues à des croisements incessants, source du polymorphisme.

C'est la suite forcée, la conséquence inévitable de la présence de nombreux individus se développant abondamment, ne pouvant ainsi se soustraire à cette loi naturelle (2).

Tout d'abord, en décrivant une espèce, si elle n'est pas caractéristique, on ne fait connaître qu'une forme différant plus ou moins de ses congénères pour la définir, et l'on n'ajoute plus cette importance que l'on attribuait jadis à une description. Il faut distinguer une forme d'une autre, quelque légère que soit cette différence, quelque proches que soient ses rapports, de là la nécessité d'une description. Mais nous n'avons jamais donné plus d'autorité qu'il ne fallait en accorder à tant et tant d'espèces que l'on créait, qui augmentent si considérablement la liste des mollusques d'une région même limitée, tant pour celles que nous avons fait déterminer par les plus éminents malacologistes, et la liste en serait longue à donner, que pour celles que nous avons décrites des environs.

Déjà même, et fort heureusement, on pressent que le moment est proche où des révisions s'imposeront pour bien des groupes, et encore faut-il ajouter que ces révisions auront un caractère autrement imposant si elles reposent sur l'anatomie de l'animal.

C'est dans cet ordre d'idées qu'il faudra remanier nos espèces, et c'est là seulement où il faut s'attendre à trouver une classification qui soit en rapport avec la science des mollusques ; pareil travail

(1) Voir les *Recherches sur le polymorphisme des Mollusques de France*, par G. COUTAGNE, p. 52, 1895, où l'auteur donne quelques-unes de ces formules pour le groupe de l'Helix heripensis.

(2) Cela s'est produit surtout pour les Anodontes où, sur 251 espèces, M. Coutagne ne reconnait pour leur origine que 2 espèces, certainement distinctes : l'Anodonta cygnea et l'A. anatina, et 7 espèces des plus douteuses. Ce genre est excessivement polymorphe.

sera une œuvre colossale, toutefois nous pouvons assurer, déjà, qu'une première monographie du genre *Cyprœa*, sera entreprise bientôt par un de nos jeunes professeurs de Faculté, basée exclusivement sur ce principe absolu, *l'Anatomie*.

En attendant nous allons faire connaître quelques-unes des formes nouvelles qui font l'objet de ce mémoire.

M. le *docteur Chobaut*, dans les voyages annuels qu'il fait en Algérie à chaque printemps, a bien voulu se souvenir que je m'occupais de malacologie en me rapportant quelques mollusques de ces régions. Je ne puis trop le remercier d'avoir songé à mes goûts et tendances, malgré tout l'attrait des recherches entomologiques qui l'entraînent et l'attirent dans ces contrées, but principal de ces longues et pénibles excursions.

C'est là dans une de ces explorations, en 1895, aux environs de *Biskra*, à *Aïn-Oumach*, qu'il découvrit dans une source d'eau chaude, 25°, une *Melanopsis* nouvelle pour cette faune.

Cette source alimente l'oasis d'*Oumach* ; elle devait en contenir un grand nombre, puisque en une seule récolte notre excellent ami a pu me rapporter une certaine quantité de cette gracieuse et petite espèce que nous nous empressons de lui dédier.

MELANOPSIS CHOBAUTI. Nobis.

Cette intéressante espèce, de taille réduite, peut varier entre 4 et 7 millim. de longueur.

La spire, courte, conique, est composée de 5 à 6 tours bien séparés, bien conservés parmi les jeunes sujets quoique déjà corrodés ; cette spire disparaît après complètement par l'érosion qu'elle subit.

Cette action destructive attaque quelquefois cette famille nombreuse, donnant ainsi à cette coquille un aspect tronqué.

En outre, ces corrosions se font aussi sentir au dernier tour, près de la columelle, sur les plus forts échantillons.

D'une couleur uniforme, d'un beau noir bleuâtre, un peu terne, comme bruni, la forme d'ensemble est courte, trapue.

La coquille est épaisse.

L'ouverture est d'un noir bleuâtre, violacé, brillant, portant une callosité vers le haut de la bouche.

Le Melanopsis Chobauti se sépare suffisamment des espèces algériennes que nous connaissons et nous ne pouvons le rapprocher d'aucun de ceux que nous possédons.

Sans faire l'historique de ce genre qui semble en décroissance depuis l'époque tertiaire, il offre actuellement cette particularité d'une séparation géographique complète ; d'un côté, sur les bords de la Méditerranée, de l'autre, de la Nouvelle-Calédonie et la Nouvelle-Zélande.

Nous ne trouvons pas des rapprochements à faire dans ces régions lointaines.

Toutefois, sous l'autorité d'un éminent malacologiste, à qui nous l'avions soumise, M. Sorverby de Londres, nous pouvons dire que ce savant distingué avait pensé que probablement elle pouvait se rattacher à une petite variété du *Melanopsis buccinoïdœa* oliv., mais non encore décrite. Cette opinion, d'une portée incontestable, nous avait fait examiner avec plus d'attention encore et beaucoup mieux, cette élégante forme et nous a mené à reconnaître les caractères qui la distinguent facilement pour adopter le nom que nous lui avons donné de *Melanopsis Chobauti*.

Cette forme intéressante semble bien spécifiée, nous ne pouvons encore fixer son area ; nous tenions, avant tout, à faire connaître une coquille fort remarquable de la faune algérienne contenant de nombreuses espèces (1).

BYTHINELLA BARBENTANENSIS. Nobis.

Les sources qui surgissent dans la plaine de Barbentane, s'écoulent par quelques fossés peu explorés jusqu'à ce jour et ils n'ont pas encore attiré toute l'attention qu'ils méritent.

Sur le parcours de l'un d'eux, en examinant les pierres rares du fond, nous avons rencontré quelques petites espèces appartenant à cette famille si nombreuse des *Hydrobiidæ;* mais il faudrait remonter à l'origine de ces fossés, au point où les surgeons jaillissent, partout où ils se montrent, et c'est là certainement où se trouveraient quelques bonnes coquilles à faire connaître.

C'est encore là, dans un de ces fossés, qu'accidentellement j'avais retrouvé une *Moitessieria* comme j'en avais trouvé dans les fossés de la plaine des Angles, sur la rive droite du Rhône, presque vis-à-vis.

Néanmoins, quoique rare, cette *Bythinella*, qui nous a paru intéressante à signaler, accuse une forme, une variété, dans ce groupe si abondant en espèces.

Elle a 2mm 1/2 de longueur, une spire allongée composée de 4 à 5 tours, renflée, à croissance rapide, et limitée par une suture profonde.

De couleur cornée rougeâtre, suivant que le test est plus ou moins encroûté, elle passe au noir mat, sombre, un peu ferrugineux.

Ouverture entière, à bords légèrement évasés, tranchants, portant en haut une échancrure ou sinus accusé, moins prononcé, plus diffus quelquefois.

Enfin, sur le labre, un renflement gibbeux, ou gibbosité, s'observe aussi ; cette callosité creuse se manifeste, ce qui placerait cette forme parmi les *Belgrandia*, section du *B. vitrœa*, qui comprend quelques espèces ne portant qu'une gibbosité ou des varices.

Notre *Bythinella* se trouve, de ce fait, placé à la limite de cette espèce avec les *Belgrandia*.

Le *Belgrandia Collieri* des marais, de *S. Andiol*, tout en ayant une seule callosité est de beaucoup plus petit.

(1) Le catalogue Westerlund donne au moins une trentaine de Melanopsis d'Algérie.

Je dois la découverte de cette jolie espèce, la première que nous rencontrons dans nos régions, ayant ce caractère spécial, aux recherches patientes et intelligentes de *M. Vareilles fils*, jeune naturaliste.

BELGRANDIA SERIGNANENSIS. Nobis *(fig. 1)*.

Les grandes formations des graviers glaciaires ou quaternaires déposés dans nos vallées, laissent filtrer les eaux reçues à leur surface pour les écouler dans les déclivités du sous-sol ; quelquefois, si ces couches graveleuses s'arrêtent brusquement, par un redan, on remarque alors des suintements considérables de cette nappe souterraine, c'est là, au pied, où des sources se montrent peuplées de mollusques.



Fig. 1.

Belgrandia Serignanensis.

A *Sérignan*, de nombreux surgeons bouillonnent dans ces conditions, comme d'ailleurs sur tout le territoire environnant, et tous sont habités généralement par des *Belgrandia* pouvant donner de nombreuses formes de ce genre.

La petite espèce *(variété du B. Gibba)* que nous appelons *Belgrandia Serignanensis* — Nicolas — se distingue par son ensemble plus régulièrement conoïde ; 5 tours de spire ; 3, 4, même 5 gibbosités très élevées, son test hyalin, sa coquille couleur cornée cendrée, enfin des corrosions qui décortiquent la coquille sur quelques sujets, usent parfois profondément le test qui semble se reconstituer en dessous.

Très abondante.



Fig. 2.

Belgrandia diaphana.

Sous le nom de *Belgrandia diaphana (fig. 2)* retrouvée dans les sources de Sarrians (1) nous avons une forme bien voisine mais plus diaphane, claire, brillante et nombreuse dans les profonds et vastes surgeons qui entourent le château.

BELGRANDIA OBSCURATA. Nobis.

Sur le petit chemin montagneux qui conduit de la gare du chemin de fer à Meynes, on rencontre, de suite après avoir franchi le passage à niveau, sur la droite, un bassin circulaire, ombragé, d'où sort une source historique, connue jadis par son abondance.

Actuellement elle est desséchée (2), ce qui ne s'était jamais produit.

Sur le fond, les pierres sont recouvertes d'une petite Belgrandia, bien voisine de la précédente et d'autres.

Toutefois, sa couleur plus cendré obscur, son échancrure grande,

(1) Juillet 1897.

(2) Château de Tourreau, appartenant à M. Fraisse, près Serignan.

bien élargie, située en haut de l'ouverture, la disposition des 2 à 4 gibbosités, l'écartement qu'ils affectent sur certains sujets, permettent d'établir quelques différences qui, sans constituer des caractères distinctifs et bien prononcés, peuvent cependant la distinguer.

Il est évident que les variations qui atteignent cette forme et entraînent pour nous ces légers changements, sont ici une démonstration en plus du l'influence de polymorphisme sur des espèces nombreuses formant des colonies, et nous pensons, malgré tout, que ces influences se poursuivent et ne cessent d'agir sur elles ; ce qui ne permet pas la fixité absolue de l'espèce pour la laisser stationnaire.

Sans faire rentrer en jeu la nature des eaux et tant d'autres causes qui peuvent intervenir, se produire, voilà cependant une source tarie depuis quelque temps ; beaucoup de sujets périront de ce fait et au retour des eaux, s'ils ne sont pas tous détruits, morts, les survivants pourraient fournir quelques modifications, puis les propager.

BELGRANDIA MONTEROSATOI. Nobis *(fig. 3)*.

A Goudargues (Gard) la belle source qui verse abondamment ses eaux dans le pays voit sourdre un peu partout les surgeons importants qui en dérivent et ont une commune origine. C'est encore ici comme sur bien d'autres points où dans les couches Urgoniennes les eaux circulent librement pour venir se déverser au dehors par issues qu'elles rencontrent dans leur trajet souterrain.



Fig. 3.

Belgrandia Monterosatoi.

Les *Belgrandia* qui habitent ces sources sont aussi corrodées comme celles de *Sérignan* et leur test paraît alors blanchâtre, on remarque même les restaurations test si celui-ci est trop atteint, perforé.

La coquille est plus ramassée, courte, plus trapue, que dans les espèces précédentes ; les gibbosités au nombre de 2 ou 3 sont moins indiquées, peu saillantes, incomplètes, ressemblant à des varices.



Fig. 4.

Belgrandia Gibba.

5 tours de spire bien renflée, à suture profonde, coquille claire, transparente, parfois encroûtée d'un enduit ferrugineux.

Elle se distingue difficilement et se rapproche de ce fait de beaucoup de Belgrandia.

Mes récoltes datent de 1883, *M. Margier* a recueilli à *Goudargues* en 1892 le *Belgrandia gibba* s'éloignant de la nôtre par sa plus grande taille d'abord, sa forme allongée ; sa couleur est verdâtre.

Mais elle diffère aussi, par cette forme élancée, du type du *Belgrandia gibba* de nos régions dont nous donnons ci-contre une photographie *(fig. 4)*.

BELGRANDIA COLLIERI. Nobis *(fig. 5)*.

Dans les vastes marais de Saint-Andiol (Bouches-du-Rhône) les eaux du sous-sol s'échappent en bouillonnant à la surface (c'est le même cas qu'à Sérignan) et les fossés d'écoulement contiennent nombre de ces surgeons. Il est assez difficile de les visiter, néanmoins nous avons pu y recueillir, dans le temps, quelques Belgrandia, variétés certaines de ce groupe qui offre tant de modifications.



FIG. 5.

Belgrandia Collieri.

Le *Belgrandia Collieri* diffère légèrement des précédents et il se rapproche de la *Bythinella Barbentanensis* qui, avons-nous dit, fait la soudure entre les *Belgrandia* et les *Bythinella*.

Par sa taille réduite, sa callosité, ses tours bien renflés, le *Belgrandia Collieri* accuse par ces différences une des variations nombreuses de ce genre.

Cette région de *Saint-Andiol* n'avait encore donné aucune de ces espèces si polymorphes ; nous tenons à signaler cet habitat pour faciliter les recherches de ces formes et donner des points précis pour en tracer l'aréa géographique.

Néanmoins, *à priori*, il semblerait que les Belgrandia se trouvent de préférence dans les surgeons et sources des plaines.

BELGRANDIA MARGIERI. Nobis.

Les sources de *Monteux* font partie de la grande plaine qui s'étend de *Sérignan*, *Jonquières*, *Lapalud*, *Monteux* jusqu'à l'*Isle*, vaste région où les eaux souterraines s'accusent par des sources innombrables qu'il serait certainement intéressant d'explorer avec soin.

M. Margier ayant visité certaines de ces sources de Monteux et ayant bien voulu me confier quelques-uns des spécimens qu'il y avait recueillis, nous rencontrons, là encore, des différences probablement localisées affectant ce joli groupe.

Nous ne pouvons que répéter, que des rapprochements les unissent étroitement et que ces quelques modifications dans la forme ne sont que la suite de la facilité de leurs anciennes relations entre elles, bien que maintenant ces espèces soient localisées. Il faut bien se rappeler qu'après les ravages et les débordements des torrents glaciaires coulant à un niveau très supérieur, qu'après le creusement de nos vallées qui en

est résulté, toute une nappe liquide a recouvert pendant longtemps cette même région où les eaux circulaient librement.

Notre régime hydraulique actuel est venu la limiter, la séparer, la concentrer en détail et former par infiltrations toutes ces sources et surgeons.

Dans ces conditions je n'hésite pas pour reconnaître probablement une commune origine, puis ces espèces se sont différenciées par l'isolement.

Le *Belgrandia Margieri* a 3mm 1/2 de longueur, très allongé, compte 6 tours de spire, qui à partir de l'embryonnaire se développent brusquement ; tous les autres à croissance plus graduellement proportionnelle. Excessivement renflés, à suture profonde, leur ensemble donne à la coquille l'aspect scalaire ou d'une torsade.

Deux ou *trois* gibbosités se montrent près de l'ouverture sans qu'il n'y ait rien de régulier, de fixe dans ce nombre, suivant les échantillons qu'on examine. Enfin d'autres s'ajoutent souvent et l'on peut dire que tout le dernier tour en est quelquefois recouvert ; sur un échantillon j'en ai observé jusqu'à sept complets : ces renflements sont de ce fait variables.

Nous verrons ci-après que ces gibbosités, bien que caractérisant cette famille des *Belgrandia,* peuvent se manifester sous certaines influences, sans préciser rien de certain pour les classer, et si nous tenons compte ainsi que nous le disions ci-dessus des relations que les eaux qui les contiennent pour une même région (c'est ici le cas) pouvaient avoir jadis, ou qu'elles ont encore, il est permis de voir la propagation de cette difformité du test. La bouche présente un sinus vers le haut.

Quoique d'une transparence cornée, pâle, la coquille est quelquefois d'une couleur absolument noire, brillante, lorsque les tours ne sont pas dépouillés intérieurement et sur cette surface luisante s'aperçoivent nettement les fines stries de l'accroissement, mais le test est quelquefois uni.

Sur l'avant-dernier tour elles semblent mieux accusées, plus accentuées, puis au dernier tour apparaissent ces nombreuses gibbosités qui la caractérisent par leur importance.

Ces bourrelets sont bien relevés sur certains sujets comme des bosses allongées.

N'ayant qu'une dizaine d'échantillons je ne puis étendre cet examen que sur ce nombre assez restreint, mais il est suffisant, n'étant pas un choix, pour reconnaître tous ces détails.

Comparée à toutes les espèces de *Belgrandia* que donne *M. Locard* dans ses *Coquilles des eaux douces de France ;* cette espèce est des plus caractéristiques, des plus intéressantes et des plus curieuses, rien ne peut lui être rapproché ; elle montre bien, surtout, l'origine de ces gibbosités dont le nombre s'accroît graduellement sur la même espèce.

Nous la dédions à M. Margier, juge au tribunal d'Alais, l'éminent malacologiste qui l'a découverte, car ce type est vraiment remarquable.

BELGRANDIA CONFUSA. Nobis *(fig. 6)*.

Les quelques formes qui suivent que nous réunissons sous le nom de *Belgrandia confusa* proviennent des canaux nombreux qui parcourent la région de *Châteauneuf de Gadagne*, *Montfavet*, *Réalpanier*, *Montclar*, etc ; elles ont la plus grande analogie entre elles et la plus étroite ressemblance ; se rapprochant, se joignant même, avec la *Bythinella Sorgica* Coutagne.

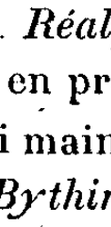


FIG. 6.

Belgrandia confusa.

Cette parenté extrême et cette étroite relation sont loin de nous surprendre en ce sens que tous les canaux des environs dérivent de celui de la fontaine de Vaucluse, en reçoivent les eaux et se communiquent entre eux, se déversent même dans des fossés secondaires.

Il y a donc de ce fait les motifs les plus certains pour que ces formes sortent de la même souche.

Nous remarquons sur toutes une seule gibbosité plus ou moins accusée, il est vrai, mais assez sensible quelquefois, pour ne pas dire toujours.

Sur celles de *Gadagne*, ce renflement se montre suffisamment défini.

Sur celles de *Montfavet* un peu moins, mais il existe.

Pour celles de *Montclar*, s'il est plus effacé sur quelques types, il est très apparent sur d'autres.

A *Réalpanier*, on l'observe plus régulièrement sur les échantillons qui en proviennent.

Si maintenant nous examinons, avec le même soin, les échantillons de *Bythinella Sorgica* de la fontaine de Vaucluse, nous le retrouvons là encore aussi manifeste et aussi près du bord de l'ouverture, mais en minorité il est vrai.

En revoyant à ce point de vue le *Belgrandia Cazioti* Locard, c'est encore le même bourrelet ou gibbosité que je retrouve. Ce caractère n'offre donc pas l'ombre d'un doute sur tous ces échantillons, mieux encore parmi le nombre d'échantillons que je possède, quelques-uns en portent trois et d'autres un seul, lorsque M. Locard, l'auteur de cette espèce, en signale deux seulement.

Ne semblerait-il pas que la fontaine de Vaucluse, supposée le point de départ de cette distribution par ses cours d'eaux canalisés, n'offre pas encore d'une façon générale ce certain bourrelet, mais que plus en aval il est plus répandu sur ces petits mollusques.

Il y a donc ce fait extrêmement intéressant pour cette forme, c'est celui paraissant résulter d'une origine commune (la fontaine de Vaucluse par sa dispersion au moyen des canaux qui en dérivent), en propageant de plus en plus ce bourrelet qui se multiplie à mesure qu'on s'éloigne de ce point central.

Mais, de ce fait, le *Bythinella Sorgica* serait alors le *Belgrandia Sorgica*, la présence d'un bourrelet le plaçant dans ce groupe ; ou bien il faut supposer qu'il y a ces deux espèces à la fontaine de Vaucluse, dont l'une sans ce renflement et l'autre le possédant ; ces deux formes seraient ainsi maintenues, mais pour nous c'est la même espèce, elles se confondent absolument.

Ce bourrelet peut exister sur la minorité des coquilles de cette fontaine, tandis que plus en aval, ce serait alors inversement la minorité qui ne l'aurait pas ; enfin ce bourrelet peut se multiplier.

Nous pensons, en attendant, que l'étude de ce caractère, consistant dans une ou plusieurs gibbosités chez les *Belgrandia,* nous paraît insuffisant pour fixer une espèce, surtout si l'on ajoute une grande importance à la présence de *ce* ou *ces* bourrelets, d'où naît une certaine incertitude pour distinguer toutes ces formes.

Après cette énumération, et comme trouvant ici sa place marquée, nous aurions pu donner le complément de nos recherches dans notre puits de la rue Velouterie et dans une noria tout à côté ; recherches qui viennent confirmer les indications de la première heure, sans modifier en rien les conclusions que nous avions pensé pouvoir en déduire et maintenir les espèces que nous avions fait connaître, leur nombre s'étant considérablement accru, et ces formes s'étant toujours montrées avec le même caractère. Et mieux encore, nous aurons une forme nouvelle à décrire.

M. A. VILLOT

à Grenoble.

L'HÉMISTOME DU MARTIN-PÊCHEUR

— *Séance du 7 août 1897* —

Sous le nom d'*Amphistoma denticulatum*, Rudolphi signala le premier, dans son *Entozoorum Synopsis*, 90 et 358, n° 13, un ver parasite que Bremser lui avait envoyé et qui avait été trouvé, au Musée de Vienne, quatre fois sur soixante et une, dans l'intestin du Martin-Pêcheur d'Europe *(Alcedo ispida)*.

Dujardin (1) retrouva à Rennes, dans les mêmes conditions, une première fois neuf, et une seconde fois cinq exemplaires de cet intéressant Helminthe; mais il avoue l'avoir cherché vainement dans l'intestin de trois autres Martins-Pêcheurs de la même espèce. L'auteur de l'*Histoire naturelle des Helminthes* décrivit et figura avec soin l'*Amphistoma denticulatum* de Rudolphi, en le rapportant au genre *Holostoma* de Nitzsch.

Le genre *Hemistomum* fut créé par Diesing (2), en 1850, pour les *Holostomes ayant la partie postérieure de leur corps notablement plus longue que la partie antérieure*. La caractéristique de ce nouveau genre s'appliquant parfaitement à l'espèce parasite du Martin-Pêcheur, l'*Holostomum denticulatum* de Dujardin devint l'*Hemistomum denticulatum* de Diesing, et c'est sous ce dernier nom qu'il figure actuellement dans les catalogues helminthologiques.

L'Hémistome du Martin-Pêcheur est, à l'état adulte, long de $2^{mm},2$ à $4^{mm},4$, et large de $0^{mm},28$ à $0^{mm},35$. La partie antérieure de son corps, en forme de cœur renversé, large de $0^{mm},40$ à $0^{mm},51$, est concave en dedans. Ses *bords latéraux sont festonnés ou crénelés*, et son bord postérieur relevé et saillant en arrière. La partie postérieure est

(1) *Histoire naturelle des Helminthes*, p. 372, Atlas, Pl. 8. fig A. 1845.
(2) *Systema Helminthum*, vol. 1, p. 311.

linéaire, presque cylindrique, très contractile, plissée ou ridée transversalement, et se termine en pointe obtuse. L'orifice génital, situé en avant de la ventouse ventrale, a aussi la forme d'une ventouse, large de $0^{mm},038$. Les testicules sont ovoïdes ; les œufs elliptiques, peu nombreux, longs de $0^{mm},084$ à $0^{mm},090$. La bouche est terminale, urcéolée et dilatable en ventouse, large de $0^{mm},11$. Elle est suivie par

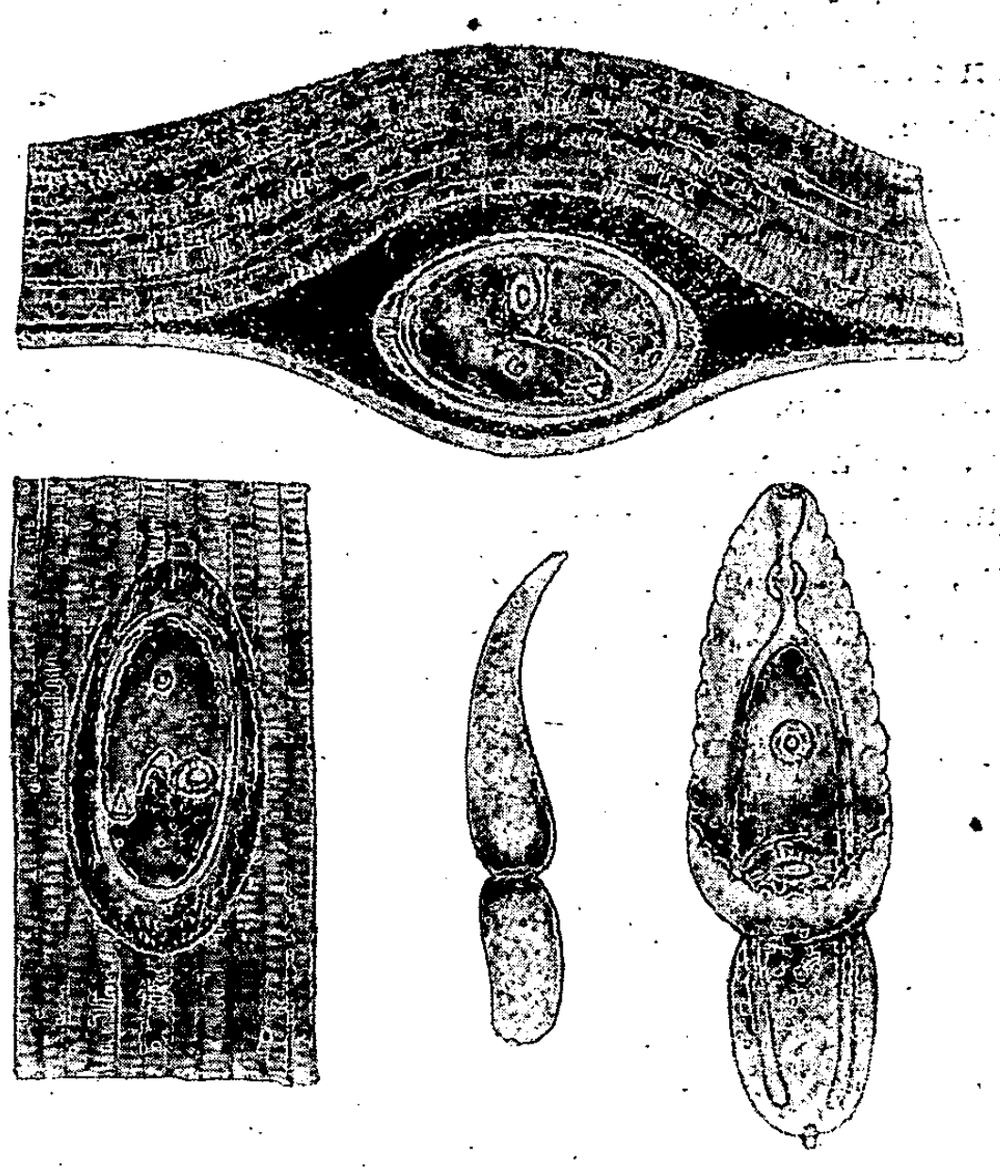


FIG. 1.

L'Hémistome du Martin-Pêcheur, à l'état larvaire, parasite du Vairon.

un bulbe œsophagien, large de $0^{mm},035$. L'intestin, d'abord simple, se bifurque en avant de l'orifice génital, et ses deux branches se prolongent jusqu'à l'extrémité postérieure du corps.

L'*Hemistomum denticulatum*, à l'état adulte, n'a été observé jusqu'ici que dans l'intestin du Martin-Pêcheur.

C'est là un fait important, qui indique que le développement de cet Helminthe se trouve lié à des conditions d'existence toutes spéciales. Le Martin-Pêcheur étant un oiseau essentiellement piscivore, la larve

de l'*Hemistomum denticulatum* doit être hébergée par un poisson et son hôte normal ne peut être qu'un poisson susceptible de devenir la proie du Martin-Pêcheur. Il reste à savoir quel est ce poisson, et sous quelle forme, dans quelles conditions, la larve de l'*Hemistomum denticulatum* vit chez son hôte.

Parmi les espèces de Poissons d'eau douce qui, en raison de leurs faibles dimensions, peuvent devenir la proie du Martin-Pêcheur, il en est une qui devait appeler particulièrement mon attention. C'est le Vairon commun *(Phoxinus lævis)*.

Ce poïsson, qui est le plus petit de nos Cyprins, se plait dans les eaux stagnantes aussi bien que dans les eaux courantes, et pullule partout. Il aime à vivre en société, et forme, après l'époque de la reproduction, de nombreuses compagnies, qui peuplent nos étangs, nos ruisseaux et même les fossés de nos grandes routes. Le bruit et la présence de l'homme n'effraient nullement les Vairons. Curieux et familiers, ils s'approchent du bord, et viennent sans défiance se soumettre aux observations du naturaliste qui désire étudier leurs mœurs.

Un jour, en regardant un essaim de ces petits poissons, qui prenaient leurs ébats dans une mare, aux environs de Grenoble, je fis la remarque que plusieurs d'entre eux portaient, sur différentes parties de leur corps, des taches noires d'une nature toute particulière. La diversité de ces taches, la variabilité de leur nombre et de leurs dimensions, l'irrégularité de leur forme et de leur distribution ne permettaient pas d'attribuer cette coloration anormale à une variation du type spécifique; je compris de suite que j'avais affaire à un cas pathologique, à une altération quelconque des téguments. Je capturai quelques-uns de ces Vairons à coloration anormale ; et je reconnus, en les examinant de plus près, que ces taches provenaient de tumeurs noirâtres, qui soulevaient la peau et la coloraient par transparence.

Plus tard, en étudiant au microscope ces tumeurs sous-cutanées, je vis qu'elles étaient formées par des agglomérations considérables de cellules pigmentaires. Au centre de chacun de ces amas de cellules pigmentaires se trouvait logé un petit kyste, de forme ovale, facile à distinguer par l'éclat de sa coloration, d'un noir brillant. La membrane qui constituait la paroi de ces kystes m'a paru de nature fibreuse, et était recouverte par une couche très adhérente de granules pigmentaires. Tous ces kystes entourés de pigment étaient situés entre la peau et les muscles superficiels. Mais il y en avait d'autres, logés dans la masse même des muscles (1), qui ne

(1) Indépendamment de l'Helminthe que je vais décrire, ces mêmes Vairons avaient aussi leurs muscles infestés par de nombreux kystes de *Cercaires*.

différaient des premiers que par l'absence du pigment. Chaque kyste contenait un ou deux petits vers blancs, ayant environ 0^{m}, 001.

Ce ver parasite du Vairon est agame, c'est-à-dire non encore pourvu d'organes de la génération; et l'étude approfondie que j'ai pu faire de sa structure m'a fourni la preuve qu'il ne représente autre chose que la larve de l'Hémistome du Martin-Pêcheur.

Ses caractères les plus importants concordent, en effet, avec ceux de l'*Hemistomum denticulatum*. Son corps se divise en deux parties : l'une antérieure, l'autre postérieure. La partie antérieure, de forme ovale, est légèrement acuminée en avant et renflée en arrière, convexe en dessus, concave en dedans, comme une cuiller. *Ses bords latéraux sont sinueux, plus ou moins dentelés, selon l'état de contraction du corps ; son bord postérieur est saillant et relevé en arrière*. Une ventouse moyenne, rudimentaire, large de 0^{mm},07 environ, est située au milieu de la partie antérieure et correspond évidemment à l'orifice génital de l'*Hemistomum denticulatum*. Une seconde ventouse, deux fois plus large, se montre en arrière de la ventouse moyenne et se trouve en partie recouverte par le repli du bord postérieur. La ventouse buccale, très petite, en forme d'entonnoir, est suivie d'un œsophage assez court et très ténu, qui présente dans sa partie moyenne un bulbe œsophagien, de forme ovale.

L'œsophage se divise, au-dessus de la ventouse moyenne, en deux tubes intestinaux, qui s'étendent jusque vers l'extrémité postérieure du corps, où ils se terminent en cœcum. Ainsi que nous l'avons déjà dit, on n'aperçoit pas la moindre trace d'organes génitaux Les téguments paraissent inermes, et il faut un grossissement de 200 diamètres pour voir qu'ils sont finement pointillés.

Cet Helminthe, extrait de son kyste, peut vivre quelque temps dans l'eau ; mais, bien qu'il soit pourvu de trois ventouses, on ne le voit ni ramper, ni se déplacer en aucune façon : tous ses mouvements se réduisent à de simples contractions des diverses parties de son corps.

Je ne suis pas le premier naturaliste qui ait eu l'occasion d'observer cette larve de Trématode ; mais personne, avant moi, n'a connu le lien génétique qui existe entre ce ver parasite du Vairon et l'Hémistome du Martin-Pêcheur. Nordmann (1) qui l'avait trouvé chez la Perche *(Perca fluviatilis)* et chez plusieurs espèces de Cyprins (*Cyprinus carpio*, *Abramis brama* et *blicca*, *Leuciscus idus*, *rutilus erythrophtalmus)*, le plaça parmi les Holostomes et le décrivit sous le nom spécifique de *Holostomum cuticola*. C'est aussi le nom qu'il porte dans l'*Histoire naturelle des Helminthes* de Dujardin. Diesing (2) l'attribua au genre *Diplostomum* de Nordmann et en fit son *Diplostomum cuticola*. Le Dr von Linstow (3), résumant en 1877 ce que l'on

(1) *Mikrographische Beiträge*, T. I., p. 49; Pl. 4. *fig. 1-4*.
(2) *Systema Helminthum*, t. I., p. 306.
(3) *Enthelminthologica* (Archiv für Naturgeschichte, 1877, p. 195).

savait alors sur cette larve, s'exprime ainsi : « *Diplostomum cuticola* und *brevicaudatum* werden übrigens von v. Nordmann, Gescheidt, Dujardin, Creplin und Waldenburg geradezu als Holostomen angeführt, und letzerer *(De structura et origine cystidum verminosorum*, Berolini, 1860, p. 9-12) beschreibt ausserdem eine im Muskel von Cyprinus-und Leuciscus-Arten, u. A. auch von Abramis brama und Leuciscus erythrophtalmus eingekapselte Holostomen-Larve unter dem Namen *Holostomum musculicola*, die er mit den beiden eben gennanten Arten zusammenstellt. »

Les données positives qu'on possède actuellement sur le développement des Holostomes et des Hémistomes ne sont encore qu'en petit nombre. On sait, d'une manière générale, que les Trématodes non sexués qui figurent dans les catalogues helminthologiques, sous les dénominations génériques de *Tetracotyle*, *Diplostomum*, *Codonocephalus* et *Tylodelphis*, sont des larves d'Holostomides. Des expériences précises, faites à Königsberg, sous la direction du Professeur Max Braun, en 1894, ont permis de rattacher d'une manière exacte plusieurs de ces formes larvaires à des espèces déterminées d'Holostomes ou d'Hémistomes. *Tetracotyle ovata*, qui s'enkyste dans le péritoine, dans le cœur et dans les muscles des yeux de la Grémille *(Acerina cernua)*, Poisson acanthoptérygien de la famille des Percoïdes, se transforme en *Holostomum variegatum* dans l'intestin de la Mouette rieuse *(Larus ridibundus)* et de la grande Hirondelle de mer *(Sterna hirundo)*. *Tetracotyle colubri* est la larve de l'*Holostomum variabile*, qui est parasite de plusieurs espèces d'Oiseaux de l'ordre des Rapaces (*Ulula aluco*, *Buteo vulgaris*). *Diplostomum volvens*, qui est parasite des yeux de plusieurs espèces de Poissons d'eau douce de la famille des Cyprinides, a été transmis expérimentalement à la Mouette rieuse, et s'est transformé dans l'intestin de ce Palmipède en *Hemistomum spathaceum*. Mes observations prouvent, d'autre part, que le *Diplostomum cuticola*, parasite du Vairon *(Phoxinus lævis)* est la larve de l'Hémistome du Martin Pêcheur (*Hemistomum denticulatum*). Il est donc aujourd'hui bien démontré que les Diplostomes font partie du cycle évolutif des Hémistomes, et qu'ils n'ont rien à voir avec le développement des Holostomes, contrairement à ce qu'on avait supposé tout d'abord.

M. Louis LÉGER

Chef des travaux à la Faculté des sciences de Marseille.

RECHERCHES SUR LES COCCIDIES [593.19]

— *Séance du 7 août 1897* —

J'ai l'honneur de porter à la connaissance de MM. les Membres du Congrès, les résultats de mes recherches sur l'évolution des coccidies. Dans une note présentée le 1er mai 1897 à la Société de Biologie, j'ai été amené par la simple observation des faits chez les coccidies parasites des arthropodes, à considérer les *Eimeria* comme représentant la première phase évolutive du sporozoïte coccidien et les *Coccidium* la seconde phase destinée à produire les véritables spores de la coccidie. Cette théorie, qui s'éloigne considérablement de celles généralement reçues sur l'évolution des coccidies, me paraît aujourd'hui doublement confirmée et par l'expérience et par l'étude comparative avec l'évolution des grégarines, sporozoaires dont le cycle est aujourd'hui bien connu et dont les affinités étroites avec les coccidies sont indiscutables.

Expérience. — J'ai fait absorber à deux jeunes *Scolopendra cingulata* reconnues, autant que possible, indemnes par l'observation prolongée de leurs excréments et étroitement surveillés pour éviter les réinfections, des kystes de l'*Adelea dimidiata* Schneider, en parfait état de maturité. Au bout de 35 jours l'une d'elles était sacrifiée et l'intestin moyen était littéralement farci de sporozoïtes eimeriens libres ou en bouquets ; la seconde, sacrifiée vingt jours plus tard, montrait en outre de jeunes individus d'*Adelea* déjà munis de leur paroi protectrice assez épaisse.

Deux autres scolopendres témoins, nourries exclusivement avec du lait pur et également surveillées pour éviter les réinfections, n'ont montré au bout du même temps que de très rares kystes d'*Adelea* avec peu ou point d'*Eimeria* et résultant vraisemblablement d'une infection primitive ayant précédé la capture et reconnue dans les excréments au début de l'expérience.

Cette expérience, outre qu'elle montre l'unité de genre des *Eimeria* et des *Adelea*, comme on était en droit de s'y attendre d'après les observations de plusieurs auteurs et de moi-même et les résultats

récemment annoncés par Simond, vient à l'appui de ma théorie en montrant que le sporozoïte primitif issu du kyste d'*Adelea* donne d'abord un kyste eimerien dont les sporozoïtes que j'appelle *kystozoïtes* deviennent plus tard les kystes de l'Adelea ou *sporokystes*.

Etude comparative. — Si l'on envisage alors le cycle de la coccidie comme il vient d'être dit, c'est-à-dire comprenant successivement les phases de *sporozoïte, kyste eimerien, kystozoïte, sporokyste coccidien, spore et sporozoïte*, on sera frappé de l'analogie vraiment remarquable qu'il présente avec celui d'une grégarine typique.

Partant du sporozoïte dans la coccidie comme dans la grégarine, on a une première phase d'accroissement, intra cellulaire au début, qui aboutit de part et d'autre à la formation d'un kyste : kyste eimerien de la coccidie, kyste unique de la grégarine.

Dans le kyste eimerien de la coccidie se forment des corps falciformes de première génération, ce sont les kystozoïtes ou sporozoïtes eimeriens. Dans le kyste de la grégarine se forment également des bourgeons de première génération qui, chez les stylorhynchides présentent absolument la forme et l'agilité des kystozoïtes coccidiens, ce sont les sporoblastes, kystozoïte coccidien et sporoblaste grégarinien ont donc la même valeur évolutionnelle.

Dans la suite, le kystozoïte coccidien retourne dans l'épithelium pour s'accroître et devenir finalement le sporokyste qui, en thèse générale, renferme à la maturité 8 sporozoïtes réunis par deux dans quatre spores (coccidies tétrasporées) ou par quatre dans deux spores (disporées). — Les sporoblastes grégariniens, sans quitter le kyste où ils trouvent une réserve abondante qui manquait précisément aux kystozoïtes coccidiens, deviennent des kystes de deuxième ordre (spores des grégarines) qui renferment également chacun, au terme de leur évolution, 8 sporozoïtes.

Ainsi considéré, le cycle évolutif d'une coccidie est donc absolument calqué sur celui d'une grégarine, mais avec cette remarquable différence que, chez les coccidies le développement est dilaté par suite de l'absence d'un vitellus nutritif suffisant dans le kyste (kyste eimerien) tandis qu'il est au contraire condensé chez les grégarines où le kyste est abondamment pourvu de réserves qui suffisent amplement au développement ultérieur des sporoblastes.

On voit qu'en résumé, l'expérience et l'étude comparative sont venues pleinement confirmer la théorie que j'ai énoncée au début, sur l'évolution des coccidies.

M. E. PERRONCITO

Professeur à l'Université de Turin.

RÉSISTANCE DES ŒUFS DES INSECTES A DIVERS POISONS, SUBSTANCES CHIMIQUES ET AGENTS NATURELS

— Séance du 7 août 1897 —

Depuis l'année 1891, je m'occupe, avec mes assistants, des insecticides et vous savez combien d'importance a cette question au point de vue scientifique et pratique.

J'ai vu que la plus grande difficulté consiste généralement à tuer les œufs ; les larves et les insectes parfaits sont ordinairement plus faciles à anéantir.

A cet effet, spécialement avec le docteur G. Bosso, mon assistant pour la section des parasites animaux, nous avons fait un grand nombre d'expériences avec les œufs de différentes espèces d'insectes, mais spécialement en nous servant des œufs du *Bombyx mori*, dont je donnerai ici un compte rendu sommaire.

Pour toutes ces expériences nous avons employé des cellules de gaze qui contenaient de belles pontes, ou des cellules analogues en papier, ou de la graine bien choisie et préalablement lavée. Voici maintenant le résultat des principales expériences :

Ammoniaque liquide diluée dans l'eau 1 °/₀-30 °/₀ : les pontes lavées et laissées pendant un temps varié, les œufs arrivent à complète éclosion.

Chaux : lait de chaux et eau de chaux : pontes restées en macération pendant plus de 24 heures, complète éclosion des œufs.

Chlorure de sodium : Solution 5-10 °/₀. Ne donnèrent aucun résultat après immersion de 12-24 heures.

Sulfate de cuivre et de fer : Solution 1-2 °/₀. 12-24 heures, même résultat négatif.

Permanganate de potasse : 1 °/₀. Après 12 heures, éclosion complète ; même solution après 24 heures, peu de naissances.

Carbonate de potasse et de soude : Solution 5-10 °/₀ et plus. Lavage pendant quelques minutes, éclosion parfaite.

Bichlorure de mercure (sublimé corrosif) : pontes de races jaunes.
Solution aqueuse 1 °/₀₀. Après 24 heures d'immersion, naissance presque complète ;

2 °/₀₀, après 24 heures, quelques naissances ;
5 °/₀₀, » 6 » peu d'éclosions ;
5 °/₀₀, » 24 » rares éclosions.

Acide sulfurique à 66° ; *acide chlorhydrique ; acide azotique :* 1-5 °/₀ dans l'eau. La graine lavée et les cellules immergées donnèrent complète naissance.

Acide phénique dilué 1 °/₀ dans l'eau. Après 2 heures d'immersion, éclosion complète ;

2-3 °/₀ d'immersion, éclosion presque complète ;
5 °/₀ » » d'à peu près les 2/3.

Créoline : émulsion 5 °/₀. Après quelques heures d'immersion, éclosion des 2/3 ;

Emulsion 10 °/₀, après quelques heures d'immersion, éclosions très rares ;
» 10-20 °/₀, » » la graine est arrivée à blanchir, mais très peu de naissances.

Benzine rectifiée : pontes restées immergées plus de 24 heures sans souffrir.

Essence de térébenthine : seulement après plusieurs heures commence à manifester son action insecticide sur les œufs.

Chlore gazeux : 3 grammes d'hypochlorite de chaux ; 10 grammes d'acide sulfurique dilué 50 °/₀ dans une atmosphère de 10 litres : après 10 heures, les œufs n'ont pas commencé à éclore.

Brome gazeux : très puissant insecticide. 1 gramme, évaporé dans une atmosphère de 10 litres, empêche l'éclosion des œufs après 1/4 d'heure.

Acide sulfureux : on brûle du soufre sous une cloche de la capacité de 10 litres dans les proportions suivantes :

1 gramme, quelques naissances après 24 heures ;
2 » point d'éclosion après 5 heures ;
4-5 » » » 2 heures.

Gaz d'éclairage : aucune action sur les œufs même après 48 heures d'exposition sous cloche ; tous les œufs éclosent régulièrement.

Acide carbonique gazeux : dans une cloche de 10 litres, 2 grammes de bicarbonate de soude et 6 grammes d'acide sulfurique dilué 50 °/₀. Eclosion complète même après 2-3 jours. Après 72 heures ils commencent à mourir.

L'*oxyde de carbone* ne s'est pas montré actif après 6 heures.

Gaz acétylène : on a l'éclosion des œufs même après 30 heures, dans une cloche pleine de gaz.

Formaline : les œufs qui sont immergés jusqu'à 24 heures, dans des solutions aqueuses de 1-2-3 et 5 %, éclosent complètement.

Suie de bois : ne possède qu'une action très faible sur les œufs : après 50 jours de contact dans un vase bien clos, on obtient encore des naissances nombreuses.

Naphtaline du commerce : possède une action insecticide bien marquée. Les œufs qui sont mis en simple contact dans une boîte en verre bien fermée, ne donnent plus de naissance après 24 heures.

100 grammes de naphtaline sont mis dans un vase cylindrique de la capacité de 1.500 grammes, et les cellules y sont suspendues de façon qu'elles ne touchent pas le fond du vase qu'on ferme simplement avec du papier, lié avec une ficelle à l'embouchure du vase. Après 10 heures, aucune éclosion.

Solution saturée de naphtaline dans la benzine pure : les cellules immergées dans cette solution et qui y restent 30 minutes, ne donnent plus lieu à des naissances.

Lysol : solutions aqueuses 1-5 %. Après 12 heures, point d'éclosion.

Sulfure de carbone : solution dans l'eau 1-2 ‰. Seulement après 2-3 heures commence à se manifester l'action mortelle.

Le sulfure, à l'état de gaz, 1 gramme par litre, tue les œufs après 1-2 heures, et tue aussi, dans peu de temps, les larves des insectes plus résistants, comme sont celles du *Gastrophilus equi* (1).

Sulfocarbonate de potasse : en solution 4-30 ‰ dans l'eau seulement. Après 24 heures d'immersion, empêche l'éclosion des œufs (1).

Huiles d'olive, de colza, de ricin, de sésame et autres huiles végétales tuent les œufs des insectes toutes les fois qu'elles les entament à l'état de pureté ou en émulsion bien faite. Ces émulsions, dans le rapport de 1 % dans l'eau, bien préparées avec le carbonate de potasse ou de soude, ont une importance pratique très grande pour tuer et guérir les gorgoglions (Aphis), très fréquents sur les feuilles des plantes herbacées.

Pétrole et autres huiles minérales bien préparées et émulsionnées, dans la proportion de 1-2-5-10 ‰, non seulement empêchent l'éclosion des œufs des insectes après une simple immersion, mais y produisent des altérations profondes qui se manifestent plus ou moins tôt.

Action du vide : Les vides faits avec la machine Dumoutier jusqu'à 5 millimètres, ont manifesté leur action mortelle sur les œufs seulement après 77-78 heures.

---

(1) E. PERRONCITO et G. BOSSO. — Versuche über die Lebensfahigkeit der Bremsenlarven Gastrophilus equi im Magen der ein Hufer. Berlin 1895.

M. AUGUSTE-PETTIT

Docteur ès-sciences, à Paris.

SUR LES THYROIDES DES OISEAUX

[591.44]

— *Séance du 7 août 1897* —

Les recherches physiologiques récentes poursuivies chez les Mammifères ont définitivement mis en lumière la haute importance fonctionnelle des glandes thyroïdiennes; chez les oiseaux, l'étude de cette même question n'a encore fourni que des résultats contradictoires : d'une part Ewald et Rockwell (1), Allara (2) estiment qu'on peut impunément pratiquer la thyroïdectomie chez le pigeon et le poulet; d'autre part, Moussu après avoir énergiquement défendu l'opinion précédente, soutient actuellement une thèse opposée (3).

Dans ces conditions, j'ai pensé qu'il était indispensable, avant d'entreprendre aucune recherche expérimentale, de déterminer exactement, au point de vue anatomique, les organes dont je me proposais d'étudier le mode de fonctionnement.

La littérature, d'ailleurs, est fort pauvre en documents relatifs aux thyroïdes des oiseaux, et nos connaissances sur ces organes datent d'un demi-siècle à peine (4). En effet, Meckel (5), qui, au début de ce siècle, a consacré aux glandes vasculaires sanguines un important mémoire, déclare qu'il n'existe pas chez les oiseaux d'organes qu'on puisse homologuer aux thyroïdes des mammifères (6). Les mêmes idées

(1) Ewald et Rockwell. — *Extirpation der Thyreoïdea an Tauben.* Pfluger's Archiv. t. 47, p. 166-170, 1896.

(2) Allara. — *Sulla estirpazione della tiroïde.* Lo Sperimentale, t. 55, p. 281, 1885.

(3) Moussu. — *Fonction thyroïdienne. Crétinisme expérimental chez le chien, le chat et les oiseaux.* Comptes rendus Société de Biologie, 30 janvier 1897.

(4) Je passe sous silence quelques faits dus à des savants des XVII[e] et XVIII[e] siècles et qui n'ont qu'un intérêt historique. Citons toutefois Perrault qui, dans sa description de six outardes, a figuré fort exactement les glandes thyroïdes.

(5) Meckel. — *Ueber die Schilddruse, Nebennieren und einige verwandte Organe.* Abhandl. aus der menschl. und vergl. Anatomie, p. 1-94, Halle, 1806.

(6) Il semble toutefois que les organes décrits comme thymus par Meckel chez divers oiseaux plongeurs sont en réalité des thyroïdes. V. Tiedman, cité par Carus, *Traité élémentaire d'Anatomie Comparée,* t. II, p. 295. Paris, 1835.

sont reproduites par Carus (1) dans son Anatomie comparée ; Duvernoy (2) enfin, est encore plus affirmatif et déclare qu'en dehors des Mammifères, les Ophidiens sont les seuls animaux qui lui aient offert un organe analogue au corps thyroïde.

Cependant deux ans auparavant avait paru un mémoire de Simon (3) dans lequel l'auteur, à la suite de nombreuses dissections, concluait que les thyroïdes existaient vraisemblablement dans tous les ordres d'oiseaux ; il ne donnait pas de détails sur l'anatomie de ces organes, mais les homologations qu'il proposait reposaient toutes sur une base indiscutable : le premier, en effet, il considère « la constitution histologique comme la seule preuve concluante » dans une question de ce genre. Siebold (4) accorde bientôt à cette opinion l'appui de sa grande autorité ; mais, dans les grands Traités d'Anatomie comparée, on ne trouve que des indications assez brèves : Owen (5), toutefois, indique la présence des thyroïdes chez un certain nombre d'oiseaux mais il semble craindre d'affirmer leur constance chez tous. Wiedersheim (6) se borne à signaler leur présence.

En réalité, les thyroïdes sont des organes fondamentaux des vertébrés ; elles sont présentes chez tous les types d'oiseaux et je les ai constatées partout où je les ai cherchées. Sous le nom de thyroïde, je ne désigne naturellement, conformément à la définition classique, que les glandes formées de vésicules glandulaires sécrétant de la substance colloïde.

En raison de la profonde homogénéité de la classe des oiseaux, il est inutile de décrire séparément ces organes chez les différents types ; chez tous, en effet, les thyroïdes sont représentées par des masses ovoïdes, situées dans la cavité thoracique, au niveau de la syrinx et à une faible distance du cœur (7) ; elles sont toujours disposées sur le trajet des gros troncs vasculaires cervicaux, et en général au voisinage du point d'origine des artères vertébrales ; elles sont en rapport avec la face ventrale de la carotide et la face interne de la jugulaire ; en outre, leur face dorsale est plus ou moins rapprochée du nerf pneumogastrique ; enfin par leur extrémité antérieure, elles peuvent être contiguës au thymus.

(1) Carus, *loc. cit.*, p. 295.

(2) Cuvier, Anatomie comparée. Ed. Duvernoy, t. 8, p. 677, 1846.

(3) Simon. — *On the comparative Anatomy of the Thyroïd Glands*. Philos. Transactions 1844, p. 295.

(4) De Siebold et Stannius. — Nouveau manuel d'Anatomie comparée, 1849, p. 364.

(5) Owen. — Comparative Anatomy and Physiology of Vertebrate, t. II p. 230, 1866. Voy. aussi : Todd's Cyclopœdia of Anatomy and Physiology, t. IV, p. 1108.

(6) Chez un Casoar de forte taille, la distance des oreillettes aux thyroïdes n'est que de 5 centimètres.

(7) R. Wiedersheim. — *Manuel d'Anatomie comparée des vertébrés*, p. 260.

Chez les Gallinacés et les Columbidés, les thyroïdes ont une forme ovoïde; elles sont plus surbaissées chez le canard, mais chez certains Rapaces elles sont globuleuses.

Leurs dimensions sont assez considérables relativement à ce qu'on observe chez les mammifères adultes. Chez le pigeon (3 mois), elles mesurent environ 8 millimètres de long; chez le canard adulte près d'un centimètre; elles ont sensiblement la même grosseur chez la poule et la pintade; chez les oiseaux de forte taille, elles peuvent atteindre des dimensions notables : chez deux casoars adultes elles présentaient les dimensions suivantes : longueur, 25 millimètres; largeur, 20 millimètres; épaisseur, 8 millimètres. Comme c'est la règle pour les glandes sanguines, ces organes sont abondamment vascularisés; ils possèdent plusieurs artères; une d'entre elles (artère thyroïdienne), née directement de la carotide, se fait remarquer par son volume; des veines assez nombreuses dessinent à la surface de l'organe des arborisations et vont se jeter directement dans la veine jugulaire.

Chez un certain nombre d'oiseaux, le système veineux présente un développement remarquable; le Casoar de la Nouvelle Zélande constitue un intéressant exemple de ces dispositions; chez cet oiseau, les thyroïdes sont enveloppées dans un réseau de veines; celles-ci sont de chaque côté au nombre d'une douzaine; elles mesurent 2 à 3 millimètres de diamètre et vont se jeter dans la jugulaire après avoir formé, à la surface de l'organe, un plexus. La plupart de ces rameaux proviennent du parenchyme thyroïdien, quelques-unes, cependant, reçoivent des branches provenant des régions voisines (trachée en particulier).

Indépendamment de ces organes, il en existe d'autres de moindres dimensions, mais situés dans leur voisinage : ceux-ci, semble-t-il, doivent en raison de leur position et de leur structure histologique, être homologués aux parathyroïdes des Mammifères (Sandstrœm-Gley) (1).

Leur importance a, jusqu'à ce jour, été méconnue par les physiologistes, et c'est à peine si les anatomistes ont soupçonné leur présence. En effet, il est fort difficile de décider quels sont les organes auxquels fait allusion Siebold (1), lorsqu'il dit que « chez le Geai, les thyroïdes sont constamment divisées en deux corps, dont l'antérieur est plus grand que le postérieur »; de même, ne peut-on se prononcer sur la nature des deux corps qui, d'après Owen (2), sont annexés aux

(1) En l'absence de données embryologiques suffisamment précises, il serait imprudent de se prononcer.

(2) DE SIEBOLD et STANIUS, *loc. cit.*, p. 364.

(3) OWEN, Comp. Anat., p. 230.

véritables thyroïdes du canard ; en effet, l'anatomiste anglais déclare que ce sont là deux formations analogues ; or, dans un premier travail(1), il admet que la thyroïde est formée par une agrégation de vésicules closes. D'ailleurs, il ne serait pas impossible que les deux derniers anatomistes aient eu affaire à des thyroïdes accessoires : moi-même, sur une quarantaine d'oiseaux, j'en ai constaté deux cas (vérification histologique).

Ce n'est que dans les travaux des embryologistes (voy. de Meuron, Prenant, etc.), que l'existence de ces organes est nettement affirmée.

Chez tous les oiseaux que j'ai examinés, j'ai toujours constaté, au voisinage de la thyroïde proprement dite et en arrière d'elle, une petite masse arrondie, mesurant au plus quelques millimètres de longueur et en rapport plus ou moins intime avec les troncs vasculaires cervicaux ; celle-ci tranche par son aspect blanchâtre sur les tissus environnants et c'est grâce à cette absence de coloration qu'elle se distingue de la thyroïde proprement dite, lorsqu'elle est accolée à celle-ci. En général, un intervalle de plusieurs millimètres (parfois même d'un centimètre chez des oiseaux de la taille du pigeon) sépare ces deux organes, mais à ce sujet, on ne saurait pas donner d'indications précises, car une de ces petites masses peut être au voisinage immédiat de la thyroïde correspondante, alors que de l'autre côté un espace, assez considérable, sépare les deux formations en question. Enfin, leur nombre n'est pas absolument fixe : cependant, on en compte habituellement deux de chaque côté. Mais dans tous les cas, il est facile de mettre ces corps en évidence : il suffit de suivre attentivement le trajet des vaisseaux cervicaux (en particulier artères carotides et thyroïdiennes) en arrière de la thyroïde : le regard sera toujours attiré par un nombre variable de petits corpuscules blanchâtres, plus ou moins voisins de la thyroïde.

La structure histologique (2) montre qu'il s'agit d'organes parenchymateux, limités par une capsule conjonctive de laquelle émanent des septa de même nature ; ceux-ci pénètrent dans l'intérieur de la masse et servent de support à de nombreux vaisseaux.

Les mailles de ce réseau conjonctif sont occupées par des cordons cellulaires pleins auxquels elles constituent une enveloppe plus ou moins complète, suivant les points envisagés : dans la zone périphérique, la trame conjonctive forme une capsule continue autour des îlots de parenchyme.

(1) Owen, Todd's Cylcop., p. 1108, t. IV.

(2) Liqueur de Flemming, Safranine et mélange de Benda. — Liqueur de Zenker, Coloration d'Heidenhain, ou Hématoxyline de Delafield.

Signalons enfin la présence de nombreuses gouttelettes pigmentaires dans les cordons périphériques.

En résumé, les Oiseaux possèdent, en outre des thyroïdes proprement dites, une seconde catégorie d'organes (parathyroïdes ou glandules thyroïdiennes ?) dont la présence, méconnue par les physiologistes, pourrait, si on en juge d'après les phénomènes observés chez les Mammifères, expliquer les résultats contradictoires obtenus par les expérimentateurs (1).

MM. Louis LÉGER et Paul HAGENMULLER

A Marseille.

RECHERCHES SUR LES GLUGÉIDÉES PARASITES DES ANIMAUX D'EAU DOUCE (2)

[5931.]

— *Séance du 7 août 1897* —

Les Glugeïdées constituent aujourd'hui une famille homogène de Myxosporidies à caractères bien définis. Elles comprennent l'ancien groupe des Microsporidies de Balbiani qui était caractérisé par des psorospermies à spores ovoïdes, nombreuses et très petites. On sait que Télohan en mettant en évidence la présence d'un filament dans les spores de la pébrine *(Glugea Bombycis)* considérée alors comme le type des microsporidies, reconnut le premier la véritable nature de ces organismes et les fit rentrer dans les myxosporidies en les réunissant dans la famille des Glugeïdées.

C'est tout d'abord chez les insectes que ces parasites furent signalés ; mais à part la *Glugea* du ver à soie si bien étudiée par Balbiani,

(1) Dans une série d'expériences actuellement en cours d'exécution, je tente, en me basant sur les faits anatomiques qui précèdent, d'élucider le mode de fonctionnement de ces organes ; en tous cas, j'ai pu, dès maintenant, m'assurer que chez les Oiseaux (un Canard, une Poule, un Pigeon), l'extirpation des thyroïdes proprement dites n'est pas suivie de troubles à brève échéance (3 mois).

(2) Recherches faites au Laboratoire d'anatomie pathologique de l'Ecole de médecine de Marseille.

la plupart des autres formes rencontrées chez les arthropodes n'ont pas été l'objet d'études approfondies. Télohan, en effet, a surtout étudié particulièrement dans ce groupe, les Glugeïdées des poissons où il nous a appris à connaître de nombreuses espèces.

Chez les poissons, il ne semble pas que les Glugeïdées puissent porter une atteinte grave à la vitalité de l'hôte. Il paraît en être de même, d'ailleurs, pour toutes les myxosporidies des vertébrés. Ainsi dans la fameuse épidémie qui décima en 1884 les barbots de la Meuse, de la Moselle et de plusieurs autres rivières du Nord-Est, la mortalité est plutôt directement attribuable à des bactéries.

Chez les arthropodes, au contraire, les Glugeïdées peuvent devenir redoutables. Ainsi, chez les vers à soie, il n'est pas douteux que la Glugea exerce de profonds ravages. Il en est de même pour la Glugeïdée *(Telohania Contejeani)* qui infeste les écrevisses et détermine parfois des mortalités considérables ainsi que l'a reconnu le professeur R. Dubois à la suite de ses recherches sur les causes de l'épidémie qui ravagea les écrevisses de l'Ain.

Chez les Palémons également, d'après Henneguy, l'envahissement total de la musculature par une Glugeïdée *(Telohania octospora)* détermine assez promptement la mort de l'hôte ; de même chez les Crangons qui montrent une Glugeïdée voisine de la précédente, le *Telohania Giardi.*

De ces différentes observations il ressort nettement que, parmi les myxosporidies, celles dont l'étude présente un intérêt immédiat au point de vue économique, en raison des dégâts qu'elles peuvent occasionner, appartiennent à ce groupe de Glugeïdées et plus particulièrement aux Glugeïdées des Arthropodes.

Dans son remarquable mémoire sur les myxosporidies (1) Télohan avait d'ailleurs pressenti l'importance des Glugeïdées des insectes dont il se proposait de faire une étude approfondie. On sait que la mort l'en empêcha.

Dans l'espoir d'apporter quelques documents nouveaux sur cette intéressante question, nous avons dirigé nos recherches sur les Glugeïdées des arthropodes aquatiques soit à l'état parfait (*Astacus*) soit à l'état larvaire (larves aquatiques des insectes). Il n'est sans doute pas indifférent en effet, en ce qui concerne la myxosporidie des écrevisses, de bien connaître l'histoire des glugeïdées des larves aquatiques. Leurs hôtes habitent le même milieu, souvent les mêmes ruisseaux, elles présentent d'étonnantes analogies dans leur forme

(1) Télohan. — Recherches sur les myxosporidies. *Bull. Sc. de France et Belg.* t. XXVI, 1895, p. 358.

et leur évolution et l'on peut se demander s'il n'existe pas quelques relations plus étroites entre ces parasites, susceptibles d'être vérifiés par l'expérimentation.

Dans le groupe des larves aquatiques, nos recherches nous ont fait connaître plusieurs types intéressants au point de vue morphologique et évolutif, de Glugeïdées nouvelles. C'est d'abord la *Glugea aarians* Léger, signalée par l'un de nous dans la cavité générale des larves des Simulies où elle forme d'énormes masses d'un blanc laiteux, bien visibles à l'œil nu. Cette espèce présente la singulière particularité de se présenter tantôt sous la forme polysporée tantôt sous la forme octosporée, ce qui atténue considérablement l'importance spécifique qu'on attribue actuellement à ces caractères. Puis deux nouveaux types de Glugeïdées dans les larves de Ryacophiles du bassin de la Loire et dans celles de Sericicostomes des rivières du Var. Enfin une autre Glugea se voit dans les larves de *Tipula gigantea* de la vallée de l'Argens; cette espèce est également intéressante par son développement qui se passe tout entier et exclusivement dans la tunique intestinale et par ses kystes secondaires qui renferment tantôt 4, tantôt 8, tantôt *n* spores. Nous reviendrons sur ces espèces ainsi que sur quelques autres que nous n'avons pu encore suffisamment étudier, dans un mémoire détaillé. Pour le moment nous voulons seulement retenir ici les analogies qu'elles peuvent présenter avec la Glugeïdée de l'écrevisse au point de vue de leur morphologie, de leur évolution et de leur transmissibilité possible d'hôte à hôte.

La *Telohania* de l'écrevisse à peine étudiée par Télohan sur des pièces conservées, a été retrouvée par nous à l'état sporadique, dans les écrevisses des ruisseaux du Var (une écrevisse infestée sur 70 environ dans un des lots examinés). Nous avons pu compléter l'étude de Télohan en réussissant à faire sortir le filament caractéristique de la spore des Myxosporidies qui n'avait pas été vu jusqu'ici dans cette espèce. Ce filament très grêle, légèrement ondulé à la base, atteint environ 20 à 30 fois la longueur de la spore. La sortie est très difficile à provoquer et nous n'avons pu l'observer que sur des spores placées dans la glycérine éosinée depuis un mois.

D'autre part, les études que nous avons faites sur les Glugea des larves aquatiques, en nous montrant toutes les phases de passage du parasite, de l'intestin dans la cavité générale, ne laissent plus aucun doute sur l'analogie du développement de la myxosporidie de l'écrevisse. En étudiant d'ailleurs, sur des coupes, la répartition topographique du *Telohania* nous avons pu voir des masses parasitaires en divers points de la tunique intestinale, mais d'une façon générale cette

région reste peu atteinte par le parasite qui, comme on le sait, exerce surtout ses ravages dans les fibres musculaires. Nous avons également constaté ce fait chez les larves de Simulies dont la cavité générale renferme d'énormes masses myxosporidiennes, bien que l'intestin paraisse indemne. Au contraire, dans les larves de Ryacophile et de Tipules, le parasite pullule d'abord dans la tunique intestinale où il persiste longtemps, même à l'état sporulé, avant de tomber dans la cavité générale.

Nous avons ensuite recherché le mode de transmission du parasite de l'écrevisse. A cet effet nous avons, à différentes reprises, introduit au moyen d'une fine sonde, de nombreuses spores mûres du *Telohania* dans l'estomac de ces crustacés. Ceux-ci, conservés ensuite pendant trois mois et convenablement nourris, se sont montrés réfractaires à l'infection. Ce fait n'est pas surprenant si l'on se rappelle que Henneguy et Telohan ont également essayé en vain d'infecter des Caridines en les nourrissant de chair de Crangon infesté. En présence de ce résultat, nous avons fait absorber à de jeunes écrevisses saines, les spores de la *Glugea Variani* qui présente avec la Glugeïdée de l'écrevisse la plus grande analogie et dont l'hôte habituel, les larves de Simulies se rencontrent fréquemment dans les ruisseaux à écrevisses. Au bout de trois mois les écrevisses ne montraient encore aucune trace de parasites. Peut-être faut-il, dans l'un ou l'autre cas, une plus longue incubation? Peut-être aussi les spores du parasite ne retrouvent-elles leur virulence qu'après avoir traversé l'intestin d'un vertébré, d'un poisson par exemple, c'est ce que nous essaierons de vérifier par la suite.

M. Paul PALLARY

A Eckmühl-Oran.

PREMIÈRE CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA FAUNE MALACOLOGIQUE DU NORD-OUEST DE L'AFRIQUE [594 (65)]

— Séance du 11 août 1897 —

LEUCOCHROA PALLARYI, Deb. (Pl. V, *fig. 1, 2, 3, 4*).

In litt : 28 août 1896.

Je ne trouve aucune différence, sinon sa taille plus forte, entre cette espèce et *L. argia,* B. de l'Est algérien.

C'est la première fois que cette dernière espèce est signalée dans l'O. de l'Algérie. On ne la connaît pas d'Alger, ni des stations intermédiaires jusqu'à Oran.

J'ai découvert cette espèce à Camerata, sur les falaises de grès qui bordent la rive droite de l'O. Sidi Djelloul, entre l'embouchure de cet oued et celle de l'O. Hallouf, sur le bord même de la falaise ; elle y est assez abondante. On la trouve aussi au cap Figalo et en Espagne, à Parazuelos, entre Carthagène et Almeria.

Une variété mérite d'être signalée : c'est celle qui possède une callosité dentiforme sur le bord columellaire.

HELIX TLEMCENENSIS, Bgt.

Cette espèce, décrite par Bourguignat (*Moll. nouv. litig.*, 1868, p. 267, pl. 39, fig. 9-13), diffère de *H. Pechaudi* d'Oran par son ombilic plus fermé, ses tours plus ronds, ses stries plus fines.

Servain (*Et. sur les moll. rec. en Esp. et en Portugal*, 1880, p. 68) et Ancey (in *Natur. Siciliano*, 1882, p. 295) donnent en plus, comme caractéristique de cette espèce, la présence d'une seule dent sur le milieu du péristome, alors que *H. Pechaudi* « présente à la base du péristome une sinuosité produisant en son milieu une callosité tuberculiforme large et peu proéminente ».

Je puis affirmer que beaucoup de sujets de *H. Tlemcenensis* présentent

aussi ce dernier caractère, quoique à la vérité moins accentué cependant que chez *H. Pechaudi*.

Les dimensions données pour cette espèce 8 : 4 ne sont pas fixes. Elles varient de 9 à 7 millimètres comme diamètre maximum, contre 4 1/2 à 3 comme hauteur.

La seule station connue jusqu'à ce jour était Tlemcen. J'en ai découvert deux autres sur le littoral : l'une à Beni-Saf, au pied des falaises de la plage Ouest, et l'autre à Camerata, sur le bord de la falaise, entre l'O. Hallouf et Camerata.

H. PISANA, Müller

Dans les localités du littoral algérien (Arzew, Oran, Beni-Saf, la Tafna) où existent des dunes, on trouve en abondance l'*H. pisana* à tous les degrés de développement. Beaucoup d'exemplaires jeunes ont un test épais et possèdent une dent bien marquée sur la paroi columellaire. Toutefois la place de cette dent n'est pas constante : parfois elle se trouve sur le milieu du péristome et parfois à la base.

Bourguignat, et après lui Servain, ont donné le nom de *H. catocyphia* à la coquille ainsi constituée. Pour nous, nous considérons cette forme comme une simple anomalie due à des circonstances toutes locales, et nous sommes en cela d'accord avec MM. Coutagne et Girard. Voici, à titre de document, la bibliographie de cette singulière forme :

Bourguignat, *Malacol. du château d'If*, 1860, p. 13, pl. 1, fig. 1, 2, 3. — Servain, *Mollusq. d'Espagne et du Portugal*, 1880, p. 114. — A. Locard, *Catal. des Moll. de France*, 1882, p. 119. — Kobelt, *Catal. der Europ. binnenconchy*, 1881, p. 47. — G. Coutagne, *De la var. de l'esp. chez les moll.*, AFAS, 1882, p. 541. — A. Girard, *Note sur les H. catocyphia* in *Jorn. sc. mathem. phys. et nat. Lisboa*, 1888, p. 160, pl. 1, fig. 10 à 50. — Westerlund, *Fauna der Palaärct. Helix*, 1889, p. 315. — P. Pallary, *A prop. de l'H. catocyphia*. Feuill. J. nat., 1898, p. 49. — P. Pallary, *Au sujet d'une note de M. Girard sur l'H. catocyphia* F. d. J. N. p. 89.

H. BERLIERI, Morelet

Espèce commune dans tout le Sud Oranais. Je l'ai recueillie à Aïn el Hadjar, sur le bord septentrional des Hauts-plateaux. C'est, je crois, sa limite extrême vers le nord, signalée jusqu'à aujourd'hui.

H. LACERTARUM, Bgt

Cette hélice qui n'avait encore été trouvée que dans les Hauts-plateaux et le petit Sahara, descend jusque dans le Tell, en suivant les cours d'eau qui viennent des Hauts-plateaux. C'est ainsi que j'ai trouvé en abondance cette espèce sur les berges de l'O. Souag (= O. el Hammam), à 12 kilomètres S.-O. d'Aïn Fekan, où elle vit dans les sables. C'est la première fois qu'on constate sa présence à une aussi grande distance de son aire habituelle.

H. ACOMPSIA, Bgt *(fig. 19)*.

Parmi les nombreux exemplaires de cette hélice qui pullule dans plusieurs stations du littoral (Nemours, Beni-Saf, Camerata, Cap Falcon, Krichtel, etc.), j'ai remarqué les deux variations suivantes :

a) Une saillie dentiforme sur le milieu du péristome (var. *dentata*) ;

b) Une carène bien marquée au milieu du dernier tour (var. *carinata*).

H. CESPITUM, Drpd

L'*H. cespitum* des anciens auteurs a produit plusieurs formes qui ont été isolées par Bourguignat, Névill, Pollonera, Kobelt, Mabille, Ancey, Michaud, Florence, Westerlund, Monterosato (voy. Pollonera. *Studi sulle Xerophila* in *Bullet. della Soc. Malacol. Italiana*, 1893, vol. XVIII, fac. 1).

Le type et les variétés de *H. cespitum* sont très répandus en Algérie, à partir du Chéliff, jusqu'en Tunisie. Il est curieux de constater qu'on ne trouve pas cette espèce dans le département d'Oran autre part que dans le Dahra. Parmi les sujets que j'ai rapportés de cette dernière région, je crois devoir signaler une fort belle forme de ce groupe que je distingue sous le nom de *H. Sireti*, en témoignage d'affection à mon ami Louis Siret, ingénieur des mines à Cuevas (Espagne).

Cette xérophile de très grande taille (long. 31 millimètres, larg. 27 1/2, hauteur 24 millimètres) (bouche : long. 16, haut. 9 1/2) est caractérisée par sa spire élevée, son dernier tour subcaréné, son péristome *plissé en avant* à son dernier tour, son ombilic bordé et recouvert en partie par le bord columellaire.

Cette espèce se trouve à Renault et Cassaigne où elle est rare.

H. MESQUINIANA, Plry *(fig. 20, 21, 22)*.

Cette nouvelle espèce est une forme intermédiaire entre *H. Ponsonbyi* Kob. et *polytrichia*, Anc. On la différenciera à sa coquille non carénée, velue, à ombilic moins ouvert que *H. Ponsonbyi*, mais à spire moins élevée, dimensions plus fortes et le tour de spire moins rond que *H. polytrichia*. La bouche est constamment ornée d'un bourrelet blanchâtre épais.

Dimensions du type : long. 6 1/2, larg. 6, haut. 4 millimètres.

Il y a signaler deux variétés :

a) dentata, une dent au milieu du bord inférieur ;

b) major, long. 9, larg. 8, haut. $5^{mm},1/2$.

Habite Beni Saf et Camerata dans les sables, sous les pierres et les débris végétaux, au pied des falaises, tout près de la mer, en compagnie de *H. Tlemcenensis* et *subapicina*.

H. PONSONBYI, Kob

C'est cette espèce qui a été mentionnée dans la *Malacologie de l'Algérie* (II, p. 311) sous le nom de *H. setubalensis* Pfr. *var. subamanda* B. Elle

y est indiquée comme ayant été trouvée par Letourneux, sur le dj. Santo, au bas des rochers du plateau. C'est bien en effet l'habitat de *H. Ponsonbyi*.

Cette hélice est répandue un peu partout dans le département d'Oran. Westerlund donne comme dimensions du type 10 : 5. La forme la plus ordinaire d'Oran mesure 9 : 5 — 9 1/2 : 5 1/4. J'ai de Mascara (dj. Chareb er rih') une variété *depressa* remarquable par sa spire déprimée. (9 1/2 : 4).

H. DEPRESSULA, Parreyss

Bourguignat cite d'après Marès et Dastugue cette xérophile comme vivant à Géryville. C'est là une erreur manifeste qu'il importe de rectifier, car *H. depressula*, de même que *H. oranensis*, est une espèce strictement littorale.

H. VATONNIANA, Bgt

Cette rarissime espèce, signalée de Tanger, de Saïda et de Mascara, a été trouvée par nous à Lourmel où elle accompagne *H. eustricta*.

Nous pensons que c'est à tort que Bourguignat, et après lui Werterlund, ont classé cette hélice dans le groupe de *H. pyramidata*, près de *H. psammoica*. C'est plutôt dans le groupe de *H. conspurcata* qu'il conviendrait de la placer, après *H. Locheana*.

Ce qui confirme notre appréciation, c'est que M. Ancey a remarqué (in *Natur. Sicil.*, 1882, p. 293) que cette espèce est munie de poils denses et très courts lorsqu'elle est jeune, ce qui est un caractère général pour toutes les hélices du groupe de l'*H. conspurcata*.

H. CONOIDEA, Drpd, var. occidentalis, Plry *(fig. 23)*.

La nouvelle variété diffère du type par sa forme plus conique, ses tours plus grands, plus bombés, et enfin par son dernier tour, faiblement, mais constamment caréné.

Les dimensions de cette variété sont : hauteur de 9 1/2 à 8 millimètres, larg. 7 1/2 à 5mm,1/2. On voit que la différence entre la hauteur et la largeur n'est que de 2 millimètres, alors que ce rapport n'est que de 1 et même de 1/2 millimètre dans le type.

On trouve les mêmes variétés de coloration que dans la forme typique *nigra*, *hypozona* et *flammulata*.

Habitat. — Dans les dunes, à Mostaganem, Arzew et Tanger, associée à *H. acuta*.

C'est très probablement de cette variété dont Bourguignat parle en ces termes dans son *Prodrome de la Faune malacol. de la Tunisie* (p. 103) :

« On rencontre assez rarement sur les ruines de Carthage et à Hammamet une forme singulière qui mériterait d'être élevée au rang spécifique si elle était plus abondante, l'*Helix Kerimi*, B...

« Cette forme diffère de la véritable *H. conoidea*, par son test plus large à la base, par conséquent moins turriculé, par une perforation moins ouverte et par une ouverture plus oblique, légèrement plus ovalaire dans un sens incliné de gauche à droite. »

H. BONDUELLIANA, Bgt

Malgré toutes les recherches faites dans l'île de Rachsgoun tant par M. Debeaux que par moi, il ne nous a pas été possible de retrouver cette magnifique espèce. Comme elle a été depuis lors signalée en Tunisie, nous supposons que c'est par erreur qu'elle a été citée dans l'ouest de l'Algérie.

Il est bon d'ajouter que ces localités suspectes ne sont guère mentionnées que dans la *Malacologie de l'Algérie* qui date de 1864, époque à laquelle on n'attachait pas une grande importance aux habitats. Les conditions dans lesquelles Bourguignat a reçu ses coquilles, envoyées par des personnes étrangères à la malacologie, expliquent suffisamment ces erreurs. Dans les travaux plus récents de Bourguignat, Letourneux et Pechaud ces fausses indications sont infiniment plus rares.

H. PRŒLONGATA, Pleay *(fig. 6, 7, 8)*.

Belle hélice du groupe de *H. lactea* caractérisée par sa bouche allongée, étroite, son péristome épais et réfléchi, sa columelle épaisse ornée en son milieu d'une robuste callosité dentiforme et surtout par son dernier tour descendant si bas que le péristome est horizontal ou peu s'en faut. Ce caractère seul suffirait pour la distinguer de ses voisines.

Le type mesure : long. 32, larg. 26, haut. 18 millimètres. La bouche seule a 16 millimètres de long. et 9 de largeur.

J'ai aussi une très belle variété : *magnifica*, plus petite, dont les dimensions sont : long. 27, larg. 21, haut. 16. La bouche mesure 13 millimètres de longueur et 8 de largeur.

La coloration de cette espèce diffère assez de celle qu'on est habitué à voir dans les formes de ce groupe.

La couleur la plus habituelle consiste dans un fond blanc avec des maculatures grises dont la teinte va en s'assombrissant vers le dernier tour, on peut distinguer quatre étroits rubans dont la coloration est un peu plus foncée que celle du test ; le dessous est presque blanc ou d'un gris sale. Certains exemplaires sont presque blancs et laissent apercevoir par dégradation quelques traces des bandes longitudinales, d'autres enfin sont d'un blanc pur. Quelques rares sujets présentent un faisceau de cinq bandes : la plus large en haut est la plus foncée, après viennent deux bandes plus minces accouplées, puis au milieu du dernier tour une seule zone d'un brun très vif et enfin au-dessous une cinquième bande à contours indécis. Mais quelle que soit la coloration du test, celle de la bouche est d'un noir palissandre très foncé, d'un ton uniforme pour tous les exemplaires avec une faible dégradation sur les bords.

La variété *magnifica* montre une coloration d'un brun très clair coupé au milieu du dernier tour par une zone d'un blanc pur, à la façon de *H. Charieia* Pech., d'un effet magnifique.

Cette espèce prend place après *H. plesiasteia* B. dont elle diffère par sa bouche plus étroite et sa dent columellaire très robuste.

Elle a été trouvée pour la première fois sur la plage de l'O. Hallouf, avec *H. alabastra*, *microzaffarina*, *alybensis*, etc. charriées par les rivières marocaines. M. Gentil me l'a rapportée fossile d'une couche argileuse sous les basaltes de Ténikrent. Enfin en dernier lieu je l'ai trouvée abondamment dans un lot de coquilles récoltées aux environs de Tétouan (Maroc).

H. AXIA, Bgt

Bourguignat (in. Pechaud, *Exc. mal.* p. 59) cite *H. axia* à Mascara et à Oran. C'est encore une faute à rectifier : je n'ai jamais vu dans ces stations un seul sujet pouvant se rapporter, même de loin, à cette espèce. L'*Helix axia* ne se trouve qu'aux Baléares, dans le midi de l'Espagne et dans le nord du Maroc.

H. JUILLETI, Terver

Sous le nom de *H. chottica*, M. Ancey (*Nat. Sicil.* 1882 p. 288) décrit à nouveau cette espèce connue et figurée depuis longtemps cependant dans la *Malacologie de l'Algérie* (I. pl. 13, fig. 1 à 6). En lisant les descriptions de Bourguignat et d'Ancey on s'aperçoit que ce dernier n'a pas su reconnaître *H. Wagneri* qu'il a pris pour *H. Juilleti* ; par suite le vrai *H. Juilleti* était pour lui une espèce inconnue qu'il a rebaptisée à nouveau.

H. chottica doit donc être rayé et considéré seulement comme synonyme de *H. Juilleti* (voir Pechaud, *loc. cit.* p. 72).

Bourguignat cite *H. Juilleti* aux environs de Tlemcen et d'Oran. Ce sont encore des indications erronées. *H. Juilleti* est une espèce caractéristique de la région des Hauts-plateaux et des chaînes de montagnes du Tell qui s'y rattachent. Sa dispersion s'étend depuis l'extrême sud : Aïn Sefra, Méchéria jusqu'à Saïda, Géryville, Frenda, Tiaret et Teniet el Hâad qu'il ne dépasse pas.

H. Wagneri qu'il est facile de confondre avec *H. Juilleti* est spécial au Tell : on ne la trouve pas sur les Hauts-plateaux ; elle est cantonnée aux environs de Mascara (Aïn-Farès, Palikao, Franchetti, Tizi) et d'Inkermann, sur les terrains argilo-sablonneux qu'elle fréquente exclusivement.

Quant à *H. Denansi*, Kob. (*Icon.* N.F. f. 477) que M. Doumergue m'a rapporté en grand nombre de Marhoum et de Mécheria ce n'est qu'une forme *minor* de *H. Juilleti*.

H. MICROZAFFARINA, Pleu *(fig. 16, 17, 18)*.

Ainsi que son nom l'indique je ne puis mieux comparer cette forme qu'à une miniature de l'*H. Zaffarina*. Je l'identifierais volontiers à l'*H. chydopsis*, B. du Chott Tigri dont elle a presque les dimensions (d. 20, h. 14 et non l'inverse par erreur d'impression) si elle n'en différait

par des caractères particuliers tels que : absence de carène émoussée, bord péristomal mince, tubercule du bord columellaire gros et non petit. Enfin l'*H. microzaffarina* est orné de quatre bandes jaunâtres qui manquent dans l'*H. chydopsis*.

Dimensions : long. 21, larg. 18 1/2, h. 15 millimètres.

Trouvée sur la plage de l'O. Hallouf avec d'autres coquilles charriées par la Tafna ou la Moulouïa.

H. ABROLENA, Bgt

La variété de coloration albine est fréquente dans l'île de Rachsgoun.

H. FLATTERSIANA, Ancey *(fig. 25)*.

Bourguignat (in Pechaud *loc. cit.* p. 85) a remarqué que toutes les bidentées du N. de l'Afrique ont leurs similaires non bidentées, ce qui lui fait conclure que « les lamelles aperturales de ces Hélices pourraient bien n'être qu'un cas pathologique résultant de certaines influences climatologiques ou produit par une cause accidentelle jusqu'à présent inconnue ».

La conclusion de Bourguignat est exacte. Parmi les milliers d'hélices récoltées par moi dans le Sud Oranais, j'ai constaté qu'il y avait pour *une même espèce* des spécimens dentés, d'autres qui l'étaient plus ou moins, d'autres enfin qui ne l'étaient pas du tout. La conclusion toute naturelle de cette remarque est que la dent est une anomalie ; et elle n'est que l'exception alors que la plupart des malacologistes croient que c'est la règle.

Il ne faut pas s'étonner outre mesure de ce que ce fait ait été aussi longtemps ignoré : aucun malacologiste n'avait visité le Sud Oranais avant M. Ancey. Les amateurs se contentaient seulement de recueillir les individus dentés et négligeaient les autres.

Les exemplaires recueillis par M. Ancey et nommés par lui : *H. Flattersiana* ne sont donc que des *H. Dastuguei* à péristome normal (c'est-à-dire lisse).

Dans la description qu'il donne de cette espèce (*Natur. Sicil.* p. 290), M. Ancey écrit : « Ressemble complètement pour la forme, la taille et la couleur aux *H. Burini* et *Dastuguei*. Elle se différencie des deux par l'absence complète de dent à l'intérieur du bord droit et en outre de la première par la dépression beaucoup plus forte de la coquille, de la seconde par l'*absence d'ombilic*. »

C'est là une erreur : *H. Dastuguei* n'est nullement ombiliqué ; on voit donc que notre manière de voir se trouve pleinement justifiée.

H. ALABASTRA, Pech *(fig. 9, 10)*.

Dans ses *Excursions malacologiques* (p. 83-84), Pechaud décrit un *H. alabastra* qu'il a découvert d'abord sur la plage des Andalouses, ensuite aux environs de Marnia. Bourguignat ajoute : « Cette Hélice montre que la bidentation n'est pas un caractère particulier aux seules formes des régions chaudes et arides du sud de la province, puisqu'elle s'accuse

également chez une espèce de la plaine des Andalouses, près d'Oran » (*loc. cit.* p. 89).

Cette conclusion est inexacte parce que l'*H. alabastra* ne vit pas aux Andalouses. C'est une forme marocaine qui est venue s'échouer là après toute une série de pérégrinations.

On sait que la Tafna a comme affluents un groupe de rivières dont les cours se développent en entier dans le territoire marocain. Ces cours d'eau, insignifiants en été, deviennent des torrents impétueux lorsqu'ils sont grossis par les pluies de l'hiver. Tout ce que les pluies entraînent, tout ce qui se trouve sur les rives est enlevé par les eaux et porté à la Tafna. Celle-ci subit alors des crues considérables : c'est un vrai fleuve de boue charriant des arbres, des cadavres, des radeaux sur lesquels il y a des animaux vivants (surtout des serpents !) enfin beaucoup d'hélices flottant comme des bouchons. La violence du courant suffit pour rompre la barre de sable qui, en temps ordinaire, ferme l'estuaire. Tout se précipite dans la mer dans la direction de l'île de Rachsgoun. Une fois au large, les courants qui vont de l'O. à l'E. drossent vers la côte orientale tous les débris entraînés qui ne tardent pas à venir s'échouer sur les plages de Beni Saf, Ténikrent, Camerata, O. Hallouf, embouchure du Rio Salado et même jusque sur la plage des Andalouses. C'est ainsi que j'ai fait de très belles récoltes de bidentées sur ces plages, associées à des hélices du sud de l'Espagne et du Nord marocain qui avaient été aussi portées par les courants.

La découverte de l'*H. alabastra* aux Andalouses s'explique ainsi naturellement.

L'habitat de Lalla Marnia indiqué encore par Pechaud concorde mieux avec l'observation ci-dessus parce que l'O. Ouerdefou qui passe à Marnia est justement un des affluents marocains de la Tafna.

Cette espèce très peu variable dans sa forme ne nous a guère présenté qu'une variété *subcarinata*, dont le milieu du dernier tour est bordé par une carène peu saillante.

Nous pensons aussi que c'est à l'*alabastra* que doit se rapporter l'*H. subjobœana*, décrite par Kobelt (*Iconogr.* IX F. fig. 472), comme venant du Chott Tigri.

Nous ne trouvons guère de différences entre ces deux formes que la taille un peu plus forte de la dernière.

H. MELANOSTOMA, Drpd.

Bourguignat cite cette forme d'Oran et de Mascara. Je crois, en effet, qu'elle devait exister à l'époque où cet auteur a écrit la *Malacologie de l'Algérie*, mais actuellement c'est une espèce éteinte dans ces deux localités : on chercherait vainement à se procurer un exemplaire vivant. Elle a dû disparaître depuis peu.

Les stations oranaises où l'on trouve encore *H. melanostoma* vivant sont : Karouba, près Mostaganem et Saint-Denis du Sig. Dans cette dernière station elle semble aussi être en voie d'extinction. Aux Salines d'Arzew on en trouve exceptionnellement quelques exemplaires vivants de très grande taille.

M. Paul BOURDARIE

Chargé de missions du Ministère des Colonies.

DOMESTICATION DE L'ÉLÉPHANT D'AFRIQUE QUELQUES ERREURS SCIENTIFIQUES ET POPULAIRES SUR L'ÉLÉPHANT D'AFRIQUE [636.9]

— *Séance du 7 août 1897* —

Un point est désormais définitivement acquis, et admis comme absolument démontré, en ce qui concerne l'Eléphant d'Afrique : c'est qu'il a bien été employé par les Egyptiens, les Carthaginois, les Numides et les Romains. Les premiers de ces peuples s'en servirent presque exclusivement dans les armées ; les Romains, au contraire, l'utilisèrent fort peu dans les combats, tandis qu'ils exigèrent de cet animal toutes sortes d'exercices dans le cirque. Ils se servirent aussi de sa force et de son adresse pour exécuter un important travail de voirie : le transport du colosse de Néron, auquel ils attelèrent 24 éléphants. Avec leur aide puissante, l'architecte Detrianus put transporter le colosse *suspendu* et *debout*.

.....*transtulit colossum stantem at que suspensum*..... (OEl. Spartian, Adrian 19).

Il faut aussi retenir que les Romains avaient établi des dépôts d'Eléphants aux environs de Rome, dans les plaines boisées d'Ardéa et de Laurentum.

Les preuves de tous ces faits, preuves tirées des historiens et des écrivains de l'époque, preuves déduites de la numismatique ancienne, ou des données géographiques du temps en ont été rassemblées et commentées par les Muller, les Armandi, les Faidherbe, les Babelon, etc...

M. Edouard Blanc en a récemment mis en lumière une autre qui était quelque peu oubliée, à savoir : l'inscription d'Adulis datant du règne de Ptolémée III Evergète. Déjà, en 1895, Burgsch avait donné

la traduction d'une inscription hiéroglyphique (inscription hiéroglyphique de Python) trouvée dans le temple d'Athyrum que Ptolémée fit agrandir.

Voici la première partie de la traduction publiée par M. Edouard Blanc :

Inscription d'Adulis *(Corpus Inscr. Graec, nº 5127)*.

Le grand roi Ptolémée, fils du roi Ptolémée et de la reine Arsinoe, divins frères (enfants) des rois Ptolémée et de la reine Bérénice, dieux sauveurs, descendant du côté paternel d'Héraclès, fils de Zeus et du côté maternel de Dyonisos, fils de Zeus; ayant reçu de son père la royauté de l'Egypte, de la Lybie, de la Syrie, de la Phénicie, de Chypre, de la Lycie, de la Carie et des Iles Cyclades, fit une expédition en Asie avec des forces de pied et équestres et une flotte, et des éléphants troglodytiques et éthiopiens que son père et lui, le premier de ces pays, avaient capturés à la chasse et, les ayant ramenés en Egypte, avaient dressés pour l'usage militaire.....

.....

Donc, voici un précédent : l'Eléphant d'Afrique a été domestiqué dans l'antiquité.

Il est bon, cependant, avant d'aller plus loin, de définir le mot *domestique*.

Ce mot implique, non seulement que l'animal est plié au service de l'homme, mais qu'il se reproduit en captivité et, au besoin, en subissant des règles imposées par son maître, comme c'est le cas pour les espèces ovine, bovine, équine, porcine, etc. Sur ce point, il n'est pas prouvé que les Romains aient cherché à obtenir la reproduction de l'Eléphant dans leurs dépôts; les envois des proconsuls étaient, en effet, assez fréquents et assez abondants pour leur ôter ce souci. Il a dû, cependant, se produire des naissances, et si l'on voulait prendre la peine de fouiller les écrits de l'époque, peut-être trouverait-on, à ce sujet, des indications intéressantes. Elien et Columelle en parlent dans leurs œuvres.

Mais cela ne ferait pas avancer la question.

En admettant que les Romains n'aient rien fait dans le sens de la reproduction, je m'empresse de déclarer qu'il n'y aura qu'à les imiter, tout au moins en terre africaine. La Science sera satisfaite si on l'obtient dans les Jardins zoologiques. Si donc il faut comprendre le mot « domestication », comme impliquant de façon absolue le fait de la reproduction en captivité, je dirai, pour donner satisfaction aux puristes partisans du dictionnaire, qu'il n'a été effectué et qu'il ne sera effectué qu'une demi-domestication ; mais pour l'aisance du discours, je continuerai à employer ce mot sans le diminutif.

Faut-il, maintenant, s'arrêter à la distinction établie entre la race des Eléphants qui peuplaient le nord de l'Afrique et celle qui habite aujourd'hui le centre africain ? Le général Faidherbe a appelé la première lybienne. Celle qui vit de nos jours s'appellerait : équatoriale. Il y en aurait une troisième : l'australe, très rare déjà et qui n'existera plus dans 20 ans. Enfin, s'il faut en croire un explorateur, il y aurait, dans la race équatoriale, au moins deux variétés : l'Eléphant de forêt et l'Eléphant de marais. Si cette question peut toucher les zoologistes, elle ne présente qu'un faible intérêt au point de vue de la domestication proprement dite ; il suffit de se remémorer quelles différences existent entre les races de Chevaux et non pas seulement les races artificielles, obtenues par croisements combinés, mais les races primitives adaptées aux divers climats où elles vivent. Ces différences n'ont pas empêché l'homme d'utiliser l'espèce, mais de manières différentes, ses besoins étant eux-mêmes variés.

Pourquoi, pendant des siècles, l'Eléphant, en Afrique, est-il demeuré un animal de chasse, uniquement recherché pour son ivoire et pour sa viande ?

A quel moment précis a-t-on cessé de l'employer ?

Comment expliquer que jusqu'à ce dernier quart de siècle, aucune tentative sérieuse et prolongée de domestication n'ait été effectuée en Afrique ? Cependant, l'Afrique n'a pas cessé d'être connue et visitée au moins sur les côtes, et partout, sauf dans le Nord, on trouvait l'Eléphant au bord même des Océans. Les considérations historiques, géographiques ou économiques, nécessitées par les réponses à ces questions, m'entraîneraient hors du cadre de ce mémoire.

Je dirai seulement qu'il y a lieu d'être plus qu'étonnés, car, outre la connaissance suffisante qu'on avait de l'histoire des Romains, il restait encore l'exemple donné par les Asiatiques, chez lesquels, princes, particuliers ou nations, il n'a cessé de jouer un rôle important.

A propos de la dernière des questions posées plus haut, j'ajouterai que l'explication en peut être trouvée en partie dans les erreurs scientifiques et populaires que je vais examiner. Mais ces erreurs ne peuvent servir d'excuse à l'Européen qui se trouve avoir laissé compromettre et avoir compromis lui-même, pour sa part, l'existence du pachyderme en Afrique.

*
* *

Il n'a été fait que deux tentatives sérieuses de domestication de l'Eléphant d'Afrique.

Je laisse de côté l'emploi simplement utilitaire d'Eléphants asiatiques en Afrique, tenté en 1868 par les Anglais, dans leur guerre d'Abyssinie et en 1893 par le voyageur allemand Van Gotzen : les Anglais se servirent de 44 éléphants, et l'explorateur de deux seulement qu'il dut renvoyer à la côte où ils sont, je crois, utilisés dans les travaux de construction du chemin de fer de Tanga.

La première tentative est due au Khédive d'Egypte, Ismaïl Pacha qui fit venir 6 Eléphants de l'Inde, destinés à Emin-Pacha. Celui-ci devait s'en servir dans le Soudan Egyptien pour faire le dressage de l'Eléphant africain. L'essai n'eut pas de suite : Gordon Pacha ne voulant pas, par économie, garder la charge des salaires des mahouts, renvoya ceux-ci dans l'Inde.

La deuxième tentative est due à S. M. Léopold II, roi de Belgique et chef de l'Etat indépendant du Congo. MM. Carter et Rankin partirent de Dar-es-Salaam avec 4 Eléphants de l'Inde et 13 cornacs. La caravane devait se rendre au Tanganyika où des tentatives de dressage de l'Eléphant d'Afrique devaient ensuite être exécutées. Les animaux trop chargés, mal nourris, obligés de fournir de trop longues étapes, privés des soins de leurs cornacs qui tombèrent malades, ne tardèrent pas à succomber.

L'essai ne fut pas repris.

Malheureusement, on parut en déduire des conclusions absolument illogiques : des Eléphants d'Asie demeurent inutilisés ou meurent ; on laisse s'accréditer l'opinion que l'Eléphant d'Afrique n'est pas domesticable, et l'on agit en conformité absolue avec cette opinion, en donnant au commerce de l'ivoire une extension tellement considérable que l'existence même de la race africaine est aujourd'hui en jeu. Il est bon, à propos de ces tentatives par l'introduction d'Eléphants asiatiques, de citer ce que dit Emin Pacha dans sa correspondance avec Schweinfurth :

> C'était la plus grande faute que Gordon pût commettre envers ses contemporains, celle d'avoir, pour l'économie de quelques guinées, renvoyé les Mahouts venus de l'Inde, avant qu'ils eussent dressé convenablement quelques individus les remplaçant, et d'avoir confié les Eléphants indiens à quelques mercenaires shilloucks, lesquels, comme tous les nègres en général, n'apprécient les animaux qu'au point de vue de leur emploi comestible..... Je n'ai aucun doute qu'avec des soins suffisants. et un personnel spécial, les Eléphants nous eussent mis à l'abri des éternels ennuis et des misères résultant de l'emploi des porteurs. Les deux expériences d'importation négatives, celle du Khédive d'Egypte, celle du Roi des Belges, ne permettent pas de conclure si, oui ou non, l'asiatique s'acclimaterait en Afrique d'une façon définitive pour être utilisé à l'asservissement de son frère africain...

Un dernier mot sur ces expériences : il y a lieu d'être surpris que les Eléphants du Roi Léopold aient si peu résisté, ou plutôt qu'avec les moyens d'action dont on dispose aujourd'hui, on ait si vite échoué. On se rappelle, en effet, que les anciens avaient jusqu'à des bateaux de construction spéciale, *Elephant-ègoi* pour le transport, par mer, des Eléphants, où bien encore qu'Annibal passa en Espagne avec 80 Eléphants, leur fit franchir les Pyrénées, le Rhône et les Alpes. A vrai dire, en arrivant en Italie, il n'en restait que 16! Mais l'on reconnaîtra que le déchet n'était pas exagéré pour un semblable parcours semé de telles difficultés!

Les Eléphants destinés à Emin ont parcouru plus de 3.000 kilomètres et traversé le Nil à la nage six fois!

* * *

Cependant, depuis quelques années, on se préoccupe à nouveau de cette question. Les Allemands se sont signalés par des études remarquables. Peut-être ne seraient-ils pas sortis de la théorie si leur initiative n'avait été stimulée par l'annonce qu'en France, on cherchait surtout l'action sur un terrain pratique et dans les conditions les plus simples, aussitôt ils constituèrent (mai 1894) un *Comité pour la domestication de l'éléphant en Afrique*. Ce Comité recueillait d'importantes souscriptions annuelles. On relève, dans la liste qui en a été publiée et que j'ai pu soumettre au Conseil de la *Société nationale d'Acclimatation*, les noms des hommes les plus connus de l'Allemagne. En 1895, les Allemands, apprenant que la question de l'Eléphant n'était, à nos yeux, qu'un point du programme d'une Ferme d'Essais à établir dans l'une de nos colonies de l'Afrique tropicale, eurent tôt fait de modifier ce Comité et de le transformer en *Société d'élevage de tous les animaux utiles dans les colonies allemandes :* la présidence de cette Société était acceptée par le Major Von Wissmann et un capital de 200.000 francs ne tardait pas à être souscrit. Espérons que les Allemands nous laisseront le temps de les rattraper.

Qu'il me soit permis, ici, d'adresser un témoignage public de ma reconnaissance aux savants éminents, aux hommes politiques, soucieux de l'avenir économique des colonies françaises en Afrique, aux hommes d'action, explorateurs, colons, ingénieurs, aux publicistes renommés qui ont bien voulu me prêter, dans la campagne entreprise, l'appui de leurs lumières et de leurs conseils, l'autorité de leur

nom, universellement connu. Sans leur précieux appui, je n'aurais aucun espoir de pouvoir jamais consacrer mon activité et mes forces à la réalisation nouvelle, et dans un autre but, d'une idée dont la paternité ne saurait être revendiquée par aucun de nos contemporains.

Au surplus, la domestication de l'Eléphant africain est chose faite, en tant qu'expériences préliminaires ; ce n'est qu'une affaire d'application sur terre d'Afrique. Nous tenterons de généraliser l'emploi de ce puissant et intelligent animal et sans nous croire dans l'obligation absolue d'emprunter les services des Eléphants asiatiques.

J'ajoute que l'Eléphant d'Afrique, au XX^e^ siècle, ne sera ni un combattant comme à Carthage, ni un acrobate comme à Rome, nous en ferons un travailleur comme dans l'Inde, et presque..... un colon.

* * *

Chaque fois que, en dehors du monde scientifique, j'ai entretenu des hommes, même considérables, de cette question de l'Eléphant d'Afrique, je me suis, tout d'abord, heurté à des objections variées qu'accompagnait un sourire de pitié lorsque la conversation n'était pas épistolaire. Je ne me fusse pas plaint, si l'on n'avait présenté ces objections comme des obstacles presque insurmontables et des motifs de refus d'exécution.

Mais, je le répète, fort de l'opinion des savants, des explorateurs et des colons de tout ordre, j'ai poursuivi ma démonstration. Aussi sont-ils aujourd'hui fort rares ceux qui persistent à refuser un examen sérieux de la question, et à ne tenir aucun compte de l'opinion formulée par ceux qui avaient le droit d'en avoir une, et dont j'ai le très grand honneur d'être comme le porte-parole en attendant, comme je le souhaite, de travailler sur place à la solution du problème.

Examinons donc ces objections.

Dans quel ordre les présenter ?

L'un d'eux me plairait assez : c'est celui dans lequel je les ai rencontrées, ce qui constituerait un ordre, pour ainsi dire, historique : il serait le suivant :

1° Pudeur et impossibilité d'obtenir la reproduction en captivité (Objection faite à Paris) ;

2° Difficulté de se procurer des Eléphants (objection venue du Congo) ;

3° Le long temps nécessaire pour dresser les animaux et les utiliser (objection venue du Congo) ;

4° Sauvagerie des Eléphants d'Afrique (objection faite à Paris) ;

5° Conclusions d'impossibilité (erreur de logique, d'après l'essai de S. M. Léopold, commise au Congo) ;

6° Proportions (erreur purement scientifique) ;

7° Durée extrêmement longue de la gestation (erreur populaire).

Cet ordre n'aurait qu'un intérêt de douce philosophie : je rencontrerais, chemin faisant, des souvenirs plutôt gais.

Mais je n'oublie pas qu'il s'agit d'histoire naturelle appliquée et non de psychologie anecdotique, je prendrai donc les objections dans l'ordre suivant qui sera plus scientifique, partant de l'étude de l'animal pour aboutir à sa domestication :

1° Proportion des deux races, africaine et asiatique ;
2° Pudeur de l'Eléphant ;
3° Durée de la gestation ;
4° Reproduction en captivité ;
5° Difficulté de capturer les Eléphants ;
6° Sauvagerie des Eléphants africains ;
7° Nécessité d'employer des Eléphants asiatiques ;
8° Le long temps nécessaire avant qu'on puisse les utiliser.

Avant d'examiner ces divers points, il est indispensable, pour bien montrer la funeste influence des erreurs de ce genre, scientifiques ou non, sur la solution des problèmes les plus importants, de donner ici le texte exact de la réponse faite à une première demande d'étude de la question.

Etant Ministre des Colonies, M. Chautemps m'écrivait ce qui suit :

En ce qui concerne la domestication de l'Eléphant africain et son utilisation comme moyen de transport, l'idée, pour si séduisante qu'elle apparaisse, ne lui (M. Dolisie) semble pas davantage d'une réalisation pratique.

Les quantités de marchandises transportées dans l'intérieur de la colonie exigeraient, en effet, un nombre considérable d'Eléphants.

Leur rareté, et par suite la difficulté de s'en procurer à l'âge adulte, le temps qui s'écoulerait avant qu'il soit possible de les utiliser, leur domestication, leur entretien, sont autant de causes de dépenses élevées qu'on ne saurait engager sans des garanties de succès que ne permet pas d'espérer l'abandon par le roi Léopold des expériences qu'il a longtemps entreprises dans le même but.

A peine écrites, ces lignes était déjà jugées par les écrits des voyageurs et des savants, et même démenties par les faits.

PROPORTIONS

Pendant longtemps, il a été de croyance générale que l'éléphant d'Asie était plus grand et plus fort que l'éléphant d'Afrique (1). Beaucoup le croient encore ; la proposition exactement inverse est seule vraie. Les renseignements très précis des voyageurs et des explorateurs nous permettent d'affirmer que l'éléphant d'Afrique atteint jusqu'à 5 mètres de hauteur. Cette taille n'a jamais été observée chez l'éléphant d'Asie.

Voici, à cet égard, comment s'exprime Samuel White Baker (2).

La hauteur moyenne des éléphants femelles de Ceylan est d'environ 7 pieds 10 pouces jusqu'à l'épaule, et celle des mâles excède parfois 9 pieds ; en Afrique, des mesures précises m'ont permis de déterminer une hauteur de 9 pieds pour les femelles et de 10 pieds 6 pouces pour les mâles. Ainsi la taille des éléphants femelles en Afrique correspond à celle des mâles de l'île de Ceylan.

A la page 179, Baker reproduit les mesures d'un éléphant :

C'est un mâle superbe, et avant qu'on ne le taille en pièces je prends sa mesure :

	Pieds.	Pouces.
De l'extrémité de la trompe jusqu'à l'extrémité charnue de la queue	26	1/2
Hauteur perpendiculaire depuis l'épaule jusqu'au pied de devant	10	6 1/2
Pourtour du pied de devant	4	10 1/4
Longueur d'une défense (courbure)	6	6

Poids des défenses : 80 livres + 69 livres = 149 livres.

Soit en mesures françaises : longueur $7^{m},942^{m/m}$; hauteur, $3^{m},272^{m/m}$; pourtour du pied, $1^{m},530^{m/m}$.

Voici maintenant les indications fournies par M. Hagenbeck de Hambourg :

L'éléphant africain atteint un ou deux pieds de plus que l'indien, il devient beaucoup plus fort que lui.

Un éléphant de l'Inde à 2 ans, possède une hauteur d'environ $1^{m},25$ à $1^{m},30$, et pèse de 700 à 800 kilos. Dans une année, de 2 à 3 ans, l'animal croît de 10 à 15 centimètres. Cela dépend cependant de son état de santé et de la pousse des dents.

Pour les 12 années suivantes, on peut dire que l'animal croît par an

(1) Voir Buffon.

(2) Découverte de l'Albert Nyanza, p. 192.

d'environ 10 centimètres et qu'il acquiert une force de 60 kilogs environ par an, ce qui fait qu'à l'âge de 14 ans, il est capable de porter un poids de 800 à 850 kilogs.

Avec l'éléphant d'Afrique, les proportions sont les mêmes. Une femelle d'éléphant d'Afrique que j'importai au printemps de 1882 et qui fut envoyée à la ménagerie royale de Schœunbrunn était alors âgée d'un an et demi et mesurait $1^{m},20$ de haut. L'été dernier (1894) l'animal mesurait $2^{m},31$. Le bien connu *Jumbo* qui, en l'année 1865 devint la propriété du jardin zoologique de Londres dans un échange avec Paris, mesurait alors $1^{m},40$ et d'après moi était âgé de 3 ans. Pendant l'hiver de 1882, il fut exporté en Amérique et atteignit là une hauteur de 3 mètres, âgé au plus de 20 ans.

D'après mes propres expériences, je crois pouvoir dire que les éléphants atteignent leur taille maximum vers l'âge de 15 à 16 ans. En moyenne, le mâle de l'éléphant d'Afrique atteint 2 pieds, la femelle 1 pied de plus que ceux de l'Inde.

Pour arriver à la connaissance scientifique aussi complète que possible de l'éléphant d'Afrique, j'ai proposé à la 1re section (mammifères) de la *Société nationale d'Acclimatation* un questionnaire se rapportant à l'étude de cette espèce. La Section et le Comité d'initiative pour la domestication, ont bien voulu accepter les termes généraux de ce questionnaire. Il sera répandu dans toutes les colonies européennes de l'Afrique où il ne manquera pas, sans doute, de provoquer des observations variées.

C'est, en effet, par des études faites sur place, soit sur l'animal vivant, soit sur l'animal tué à la chasse ou mort de maladie, qu'on terminera d'une manière précise et définitive la monographie de l'éléphant d'Afrique, moins avancée peut-être que celle de son congénère d'Asie. La liste des ouvrages scientifiques concernant ce dernier est fort longue et fort variée ; les Anglais ont tout dit sur l'animal dont ils possèdent plus d'un millier d'individus enrégimentés.

Cette étude pourra être sérieusement amorcée au Muséum d'histoire naturelle. *Sahib*, qui a 18 ans, grandit encore ; mais l'étude est relativement difficile avec lui. Il n'en sera pas de même avec *Toby*, l'éthiopien, qu'il sera aisé de mettre en comparaison avec *Goutch*, le cambodgien. L'éminent directeur du Muséum, M. Milne-Edwards a déjà publié dans le *Bulletin du Muséum*, 1896, n° 8, une courte notice sur ce dernier. En voici un extrait :

> *Goutch* est arrivé à Paris le 28 octobre 1894 ; il était âgé d'environ 15 mois.
>
> Le tableau suivant permet de suivre l'accroissement successif de sa taille et de son poids, et montre qu'en deux années il a gagné 476 kilogs et qu'il a grandi de 45 centimètres.

Dates.	Poids.	Circonférence.	Hauteur.
1er décembre 1894.....	295 kil.	2,05	1,12
— janvier 1895.....	343	2,23	1,17
— avril 1895.....	400	2,42	1,25
— juillet 1895.....	447	2,47	1,33
— octobre 1895.....	510	2,57	1,35
— janvier 1896.....	550	2,65	1,38
— avril 1896.....	618	2,74	1,39
— juillet 1896.....	702	2,77	1,45
— octobre 1896.....	732	2,79	1,53
— novembre 1896.....			1,57

M. Milne-Edwards ne manquera certainement pas de faire dresser un tableau analogue concernant *Toby*.

Pour ma part, j'exprime l'espoir de pouvoir donner dans un futur Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences les observations personnelles qu'il m'aura été donné de faire en terre africaine.

LA PUDEUR DE L'ÉLÉPHANT

C'est une puérilité semble-t-il, au premier abord, que de traiter cette question. Il n'en est rien, cependant. Cette erreur est l'une des plus répandues. Il faudrait en attribuer la responsabilité à Buffon, non qu'il en ait la paternité, mais parce que, plus que tout autre, il a contribué à la répandre. On sait que, pendant longtemps, les manuels d'histoire naturelle n'étaient composés que d'extraits de Buffon ou d'adaptations de son texte.

En 1685, Ribeyro dans son Histoire de Ceylan (1) affirmait ceci (page 145) :

> Il n'y a point d'animal qui, si on peut dire, ait plus de pudeur que celui-là. J'ai souvent demandé à ceux qui avaient soin d'Ortela (éléphant fameux) si dans le temps qu'il entrait en chaleur, ils ne s'étaient aperçus de rien et s'ils ne l'avaient point vu chercher la femme, et ils m'ont toujours répondu qu'ils n'y remarquaient rien.

Et Ribeyro, aussitôt après avoir écrit ces lignes signale une vieille erreur qui est « que ces animaux ne se couchent point ». et il la redresse en affirmant bien « qu'ils se couchent toutes les nuits ».

On relève encore dans les voyages de Fr. Pynard (Paris 1619)

(1) Histoire de l'île de Ceylan écrite par le capitaine Ribeyro et présentée au roi de Portugal en 1685, traduite du portugais par l'abbé Le Grand.

page 337, cette affirmation : « C'est chose remarquable que cet animal ne couvre jamais la femelle, en quelque chaleur qu'il soit, tant qu'il verra du monde .»

Des affirmations sans preuves, émises aussi brièvement et nettement, ne pouvaient suffire à Buffon. Sa fertile et brillante imagination invente des circonstances et des détails. Son style merveilleux colore et rehausse les aperçus qui veulent être scientifiques. Je donne ici la page de Buffon, dans son entier. Vous la connaissez, mais beaucoup penseront comme moi, qu'une page de Buffon se relit toujours avec plaisir, même si elle fourmille d'erreurs :

Lorsque les femelles entrent en chaleur, ce grand attachement pour la société cède à un sentiment plus vif ; la troupe se sépare par couples que le désir avait formés d'avance ; ils se prennent par choix, se dérobent, et dans leur marche l'amour paraît les précéder et la pudeur les suivre, car le mystère accompagne leurs plaisirs. On ne les a jamais vus s'accoupler, ils craignent surtout les regards de leurs semblables ; et connaissent peut-être mieux que nous cette volupté pure de jouir dans le silence et de ne s'occuper que de l'objet aimé. Ils cherchent les bois les plus épais, ils gagnent les solitudes les plus profondes, pour se livrer sans témoins, sans trouble et sans réserve à toutes les impulsions de la nature ; elles sont d'autant plus vives et plus durables qu'elles sont plus rares et plus longtemps attendues ; la femelle porte deux ans, lorsqu'elle est pleine, le mâle s'en abstient et ce n'est qu'à la troisième année que renaît la saison des amours..... Mais apparemment le dégoût de sa situation lui reste au fond du cœur, car, quoiqu'il ressente de temps en temps les plus vives atteintes de l'amour, il ne produit ni ne s'accouple dans l'état de domesticité. Sa passion contrainte dégénère en fureur ; ne pouvant se satisfaire sans témoins, il s'indigne, il s'irrite, il devient insensé, violent et l'on a besoin des chaînes les plus fortes et d'entraves de toutes espèces pour arrêter ses mouvements et briser sa colère... Il n'est pas du nombre de ces esclaves nés que nous propageons, mutilons, ou multiplions pour notre utilité ; ici l'individu seul est esclave. l'espèce demeure indépendante et refuse constamment d'accroître au profit du tyran. Cela seul suppose dans l'éléphant des sentiments élevés au-dessus de la nature commune des bêtes : ressentir les ardeurs les plus vives et refuser en même temps de se satisfaire, entrer en fureur d'amour et conserver la pudeur, sont peut-être le dernier effort des vertus humaines, et ne sont dans ce majestueux animal que des actes ordinaires, auxquels il n'a jamais manqué : l'indignation de ne pouvoir s'accoupler sans témoins plus forte que la passion même, en suspend, en détruit les effets, excite en même temps la colère et fait que dans ces moments, il est plus dangereux que tout autre animal indompté.

Nous voudrions, s'il était possible, douter de ce fait ; mais les naturalistes, les historiens, les voyageurs, assurent de concert que les éléphants n'ont jamais produit dans l'état de domesticité. Les rois des Indes en nourrissent en grand nombre, et après avoir inutilement tenté de les

multiplier comme les autres animaux, ils ont pris le parti de séparer les mâles des femelles, afin de rendre moins fréquents les accès d'une chaleur stérile qu'accompagne la fureur.

Il est heureux pour l'humanité que l'éléphant ne possède pas, développée à un si haut point, une telle vertu morale si difficile à sauvegarder et si méritoire ; parce que si elle eût été son apanage, c'est lui qui fût devenu le *roi de la création* et non l'homme.

Hélas ! une aussi jolie page de littérature attirait à son auteur, au milieu de ce siècle, les jugements sévères que voici (1).

Ce qu'il y a de très curieux, c'est qu'Aristote, le professeur du célèbre conquérant (Alexandre), a beaucoup mieux connu cet animal que tous nos naturalistes du 18me siècle et que Buffon lui-même. Par exemple, Aristote dit que l'Eléphant s'accouple à la manière des autres grands mammifères et que le petit tette sa mère avec sa bouche et non avec sa trompe, qu'il se reproduit en captivité, etc.... tous faits vrais, dont Buffon n'a tenu aucun compte, pour leur substituer des erreurs et des histoires ridicules sur la pudeur, la décence et la prétendue intelligence presque humaine de ces animaux...

On a dit, et Buffon répète, que l'Eléphant était plein de décence, qu'il ne s'accouplait pas en esclavage par pudeur et que, pour cela, il n'avait jamais reproduit en captivité. Il y a là autant d'erreurs que de mots. Cet animal ne connaît pas plus la pudeur que les autres animaux et on en a eu la preuve à la Ménagerie de Paris.

M. Wuirion qui a dirigé longtemps le service des éléphants au Jardin d'Acclimatation du Bois de Boulogne, pourrait donner une description exacte et minutieuse du coït de l'éléphant pour avoir souvent assisté à des saillies que sa présence ne gêna jamais.

Quant à *Sahib*, il ignore complètement les règles de la décence.

J'attends de l'Inde une série de photographies parmi lesquelles un certain nombre ont trait à cette question. J'en possède une, venue de là-bas, qui montre deux éléphants accouplés et paraissant indifférents aux allées et venues de nombreux indigènes.

Il y avait intérêt à parler de ceci parce que dès le début de la campagne l'objection m'a été faite par un personnage important qui, évidemment, n'avait lu que Buffon. Croyant que je voulais poursuivre la reproduction de ces animaux, il me disait d'emblée : « Vous n'obtiendrez pas la reproduction puisque.... » Mais une fois mon projet clairement exposé, il n'insista plus.

(1) Voir le Dictionnaire universel d'histoire naturelle de d'Orbigny, vol. 5, p. 267 et 268 (l'article est de Boitard).

3° DURÉE DE LA GESTATION

Je puis assurer qu'en dehors de ceux qui s'occupent particulièrement de sciences naturelles, je n'ai jamais entendu citer avec exactitude le nombre de mois de gestation de l'éléphant. Je comprends fort bien qu'il importe peu à la plupart des hommes de savoir combien de temps porte la femelle de l'éléphant : je ne l'ai pas toujours su et, l'ayant appris, j'aurais pu l'oublier. Aussi, lorsque des gens cultivés me disent : combien de temps porte la femelle ? deux ans ?... Je me contente de rectifier simplement.

Mais il m'arrive fréquemment, dans les milieux de commerçants et d'employés, avec lesquels la vie de chaque jour met en contact et où une présentation aussi extraordinaire que celle-ci : Monsieur va domestiquer, ou dompter, ou élever des éléphants ! attire aussitôt une attention remplie de curiosité, qu'on me pose cette première question : n'est-ce pas, Monsieur, l'éléphant porte quatre ans ? J'ai même dû, un jour, trancher un différend entre deux jeunes filles de la bourgeoisie moyenne qui, ayant lu certain article de Francisque Sarcey, sur l'éléphant portefaix, et ayant trouvé là un sujet intéressant de causerie légère, avaient fait entre elles un petit pari concernant la durée de la gestation. Elles s'étaient, du reste, trompées toutes les deux : l'une avait dit quatre ans et l'autre sept.

Ma rectification, faite d'un ton grave et scientifique, fut du reste accueillie par une exclamation de surprise et un bel éclat de rire. C'est la seule fois où j'aie entendu citer un nombre aussi élevé. Généralement l'erreur populaire porte sur le chiffre quatre.

D'où vient cette croyance ? Il serait assez difficile de donner une réponse entièrement satisfaisante et d'assigner une origine certaine à cette erreur.

On peut essayer l'explication suivante. Je la donne pour ce qu'elle vaut.

La période de l'allaitement et celle du sevrage de l'éléphanteau doivent exiger les soins de la mère pendant deux ans et même deux ans et demi, ce qui, avec les 18 mois de la gestation, donnerait le nombre de quatre ans. Or, on sait avec quelle aisance le peuple modifie les données scientifiques qu'il recueille çà et là : il n'a ni le temps, ni toujours les moyens de contrôler ses croyances. La corruption des chiffres suit les mêmes phases que la corruption des mots, seuls, les termes principaux résistent, subsistent : le mot gestation

et le nombre quatre, celui-ci s'appliquant alors au premier, lequel englobe la période de première croissance.

Voilà la seule explication satisfaisante que j'aie pu trouver.

Comment effacer cette erreur de l'esprit populaire? Les petits manuels sont insuffisants. La vulgarisation des faits scientifiques aura seule une action. Dans ce sens, la campagne menée par la presse sur cette question produira certainement de bons effets.

4° REPRODUCTION

Pudeur et reproduction sont les deux termes principaux d'une proposition erronée. Le premier étant réduit à sa valeur exacte, examinons le second.

Il a tout juste la valeur du premier.

Pour ne pas m'étendre outre mesure en citations qui seraient nombreuses, je reproduis simplement celle-ci, empruntée au Dictionnaire de d'Orbigny, vol. V, p. 268.

M. Corse (1) en a vu se reproduire en captivité dans l'Inde et il donne sur ce sujet des détails aussi précieux que singuliers (Philosoph. Transact. roy. soc. of London, 1799).

'En 1793, il fit mettre sous le même hangar un mâle d'éléphant et une femelle en chaleur. Le 27 juin il fit détacher le mâle qui la couvrit en présence des gardiens et d'une foule de curieux. Après quelques jeux et quelques caresses, dit M. Corse, le mâle monta les deux jambes de devant sur la femelle, étreignant ses épaules avec ses pieds et pressant son front avec sa trompe. Le surplus se passa à peu près de la même manière et dans le même temps que le même acte entre un cheval et une jument... Elle mit bas le 16 mars 1795, c'est-à-dire 20 mois et 18 jours après avoir été couverte.

La description orale qu'en a fait M. Wuirion à la première section de la *Société d'Acclimatation* est analogue à celle-ci.

Tous ceux qui ont parcouru l'Inde et les colonies françaises d'Asie, affirment que les naissances sont fréquentes. Je citerai parmi eux M. le docteur Hahn, résident du Cambodge, celui-là même qui a offert au Muséum le petit éléphant d'Asie, *Goutch*.

A Philadelphie, la reproduction a été obtenue deux fois expérimentalement par Chapman. On a fait remarquer que l'accouplement

(1) M. Corse dirigea longtemps le service des éléphants de l'armée anglaise dans l'Inde. Avec lui, les auteurs anglais qui donnent le plus de renseignements sont sir Tennent et Sanderson.

de *Roméo* et *Juliette*, les deux éléphants d'Afrique du Jardin d'Acclimatation, ceux-là mêmes que M. Wuirion avait sous sa surveillance, n'avait jamais rien produit.

Mais les conditions de milieu n'étaient peut-être pas favorables.

Quoi qu'il en soit, si l'on voulait obtenir par la reproduction une suite de générations successives, il serait peut-être bon de procéder suivant l'exemple des Indous. Voici à cet égard un passage intéressant de Jacolliot (un parc à éléphants) :

> C'est une simple palissade où sont enfermés une vingtaine de jeunes éléphants capturés dans une des dernières battues. Ces éléphants, quoique pris dans la forêt, ne sont pourtant pas sauvages; ils proviennent d'un système d'élevage qui ne se pratique que dans les pays de Chutterpore et de Pannah. Après avoir détruit complètement les éléphants sauvages qui habitaient ces forêts, on a repeuplé celles-ci d'animaux déjà dressés, qui se sont multipliés en toute liberté, sans toutefois perdre l'habitude de la présence de l'homme. Chaque année, à une certaine saison, les troupeaux sont cernés, et on s'empare de tous les jeunes qui ont atteint un certain âge. On les enferme dans des parcs spéciaux où leur éducation est faite et d'où ils sortent pour être vendus ou renvoyés dans la forêt. On obtient par ce système une race d'éléphants très supérieurs à ceux qui sont déjà pris âgés et complètement sauvages ; ils font l'objet d'un commerce important avec tous les pays de l'Indoustan.

Ce système ingénieux, mais d'une application générale difficile, est basé sur le principe de la confirmation par l'hérédité des résultats acquis par l'éducation. Evidemment l'hérédité est ici atténuée par le fait de rendre une certaine liberté aux animaux.

Tel quel, cependant, ce système donnerait le maximum de ce que l'on peut faire pratiquement et utilement au point de vue du problème de la domestication absolue.

Mais, je le répète, il ne peut s'appliquer que sur une échelle restreinte et dans des conditions géographiques particulières.

5° DIFFICULTÉS DE CAPTURER LES ÉLÉPHANTS

Cette objection, qui renferme une grande part de vérité, n'est cependant pas de nature à décourager les hommes d'action.

Comment sont capturés les éléphants d'Afrique qu'on a pu voir en Europe ? En 30 ans on en a capturé plus de 200.

Dans l'Inde, les Anglais ont divisé les régions habitées par l'éléphant en stations de chasse, à la tête desquelles sont placés des superintendants, officiers de l'armée. Pour ceux-ci, la chasse et le

dressage constituent la plus intéressante des occupations. Il est vrai que la tâche leur est grandement facilitée par la possession d'éléphants habitués à chasser leurs congénères et à faire leur éducation.

Mais, voyons si, en Afrique, les captures récentes ne peuvent pas nous fournir d'utiles indications ?

Au Congo français seulement, depuis quelques années, six éléphants ont été capturés en bas âge, presque toujours au moyen de fosses. Sur les six, un seul, celui du R. P. Allaire, s'était fait une blessure qui, par suppuration, a entraîné la mort. Un, celui du cap Lopez, qui appartenait à la Société du Bas-Ogooué, grandissait sans encombre et s'apprivoisait fort bien, quand, à la suite de dissensions entre Européens, il fut tué d'un coup de fusil. Les autres furent empoisonnés par les indigènes ou tués par leur propriétaire.

Quant aux indigènes, ils chassent bien plus souvent l'éléphant au piège qu'à la piste et à la lance. Les pièges sont d'immenses trappes en forme de troncs de cône renversés, dont l'intérieur est hérissé de fers de lances et de sagaies.

Est-il impossible d'amener les nègres à supprimer les lances et les sagaies ?

Parfois, la fosse est simplement creusée et l'animal est tué lorsqu'il y est tombé. Même si c'est un individu de 8 à 10 ans qui est pris, ne peut-on espérer l'habituer à recevoir, dans la fosse même, de l'eau et de la nourriture, de manière à calmer sa fureur en lui faisant apprécier la domination de l'homme? Enfin, serait-il impossible de procéder par enceintes palissadées d'où on laisserait s'échapper les gros éléphants pour ne garder que les jeunes ?

Ce genre de capture serait aisé dans la région de Brazzaville, où le massacre annuel, au même endroit, atteint plusieurs centaines. Voici les renseignements que j'ai obtenus d'un professionnel de la chasse à l'éléphant en Afrique, M. Louettière, tué depuis au cours d'une palabre par un Apfourou :

> La chasse au Pool est relativement facile, et au lieu de tuer les petits éléphants et ceux de taille moyenne, il serait possible d'en opérer la capture et d'avoir, en très peu de temps, un nombre assez grand d'animaux.
>
> C'est ainsi que j'ai pu, un même jour, en capturer trois, ce qui ne me profita guère puisqu'ils furent tués ou noyés par mes hommes pendant qu'ils les transportaient à mes embarcations ; ces éléphants avaient un mètre de hauteur environ et pouvaient avoir au plus 8 à 9 mois. Leur capture avait été cependant assez difficile, car ils chargeaient dès qu'on les approchait ; je fus même assez maltraité par l'un d'eux, sans toutefois recevoir de graves blessures : mes hommes se précipitèrent tous ensemble

sur lui et le ligottèrent solidement. La capture des deux autres fut plus facile : pendant que deux ou trois de mes hommes taquinaient la bête de face, d'autres s'approchaient doucement par derrière ; à un moment donné, l'un d'eux s'élançait sur l'éléphanteau et le saisissant par la queue, tirait de toutes ses forces en suivant les mouvements désordonnés de l'animal. Aussitôt les noirs placés de face s'élançaient à leur tour et, empoignant solidement la trompe, tiraient également de leur côté, de manière à immobiliser l'éléphant : l'amarrage était alors chose facile et s'effectuait rapidement.

M. Louettière, après des détails intéressants et instructifs, ajoute :

Quant au nombre des animaux capturés, il serait possible, en trois mois, de capturer au moins 150 éléphants.

J'ai publié en entier la lettre de M. Louettière dans la *Dépêche Coloniale* du 24 avril 1897. Cette lettre, qui est sur la matière le document le plus récent et aussi le plus important puisqu'il vient d'un professionnel, réduit à sa juste valeur l'objection faite dans la lettre ministérielle.

Enfin, elle confirme de point en point tout ce que j'ai dit de la possibilité de capturer et d'utiliser l'éléphant d'Afrique.

Je ne saurais oublier de rappeler ici l'envoi de *Toby* fait par S. M. Ménélick à M. Félix Faure.

Puisque nous en sommes aux procédés de capture, il me paraît intéressant de reproduire ici un passage du livre de Victor Meunier, *Les Singes domestiques*, et tiré du chap. VII : De quelques moyens de domptage.

J'en trouve d'analogues dans Adulphe Delegorgue.

Celles-ci se passent donc dans l'Afrique Australe. Il ne s'agit plus de chevaux mais d'éléphants. Méthode très simple pour se faire suivre d'un éléphant haut d'un mètre qui, par fortune de chasse, vient à l'instant même d'être séparé de sa mère. D'abord, les chasseurs pour l'empêcher d'aller la rejoindre lui barreront le passage, ensuite, l'un d'eux essayera de l'arrêter par la trompe, ce à quoi on ne réussira pas toujours du même coup. L'éléphanteau chargera ce téméraire et souvent le culbutera. Que l'homme se relève, saisisse l'adversaire par l'organe précité, et, passant rapidement l'une de ses mains sur son propre front mouillé de sueur, frotte de cette main ainsi parfumée, les deux orifices de la trompe. Telle est la formule. L'effet en est magique. La colère du jeune éléphant tombe subitement comme un grand vent abattu par une petite pluie. Bien plus, il est apprivoisé du coup. Inutile de l'attacher. Il va suivre son vainqueur comme tout à l'heure il suivait sa mère. Il s'obstine à marcher sur ses talons, ne connaît que lui et résisterait à tout autre.

Trois fois Delegorgue a vu Henning, son conducteur, faire avec succès cette expérience...

Méthode simple en effet, que M. Louettière eût pu aisément appliquer. Quelle confiance faut-il placer en elle ? Pour le moment, j'en laisse la responsabilité à Victor Meunier, à Delegorgue et à Henning. Mais je m'engage volontiers à tenter l'expérience (1).

6° SAUVAGERIE DE LA RACE AFRICAINE

Cette erreur est aussi répandue dans le public que celle de la décence de l'Eléphant. Quelle est son origine exacte ? Faut-il croire que, dans certaines régions de l'Afrique, les éléphants sont agressifs, alors que dans d'autres, il n'en serait rien ? Les Européens et particulièrement les Portugais et les Espagnols, que leurs entreprises commerciales conduisaient à la côte d'Afrique, auraient-ils répandu cette erreur en généralisant ce qu'ils avaient constaté sur un point? Ce qui permettrait d'attribuer une certaine valeur à cette explication, c'est que les explorateurs de nos jours avancent qu'il y a bien réellement dans certaines régions des éléphants plus farouches que ceux de la région voisine.

Le capitaine Marchand s'exprime ainsi :

> On en trouve sur les plateaux du Niger, à la source du Cavally, et de la S'Assandra, entre le 8e et le 10e de latitude nord, de même qu'entre le 8e et le 10e de longitude occidentale ; ils ont été refoulés là, soit du nord, soit du sud, soit enfin de l'est. Là, ils sont fort nombreux et assez sauvages, même méchants et les indigènes en ont grand peur (lettre particulière).

Quelle que soit l'origine de cette erreur, ou l'explication qu'on en pourrait donner, elle existe. Mais les faits la controuvent.

Les éléphants capturés au Congo ne présentaient aucun caractère de sauvagerie particulière ; M. Louettière raconte comme il suit, dans sa lettre, l'histoire de l'éléphant du cap Lopez que j'ai déjà signalé, et dont j'ai moi-même raconté l'histoire dans une conférence, au retour d'un voyage d'études au Congo.

J'ai vu grandir pendant plus de deux ans un éléphanteau qui avait été capturé à sept ou huit mois dans un enclos chez les Pahouins. Au bout de deux ou trois semaines, il était déjà d'une grande docilité et il baretait

(1) N. B. — J'ai trouvé confirmation de ce détail à Paris même, depuis le Congrès, sinon au point de vue de la chasse, au moins au point de vue de l'apprivoisement. Le gardien de Sahib au Jardin des Plantes m'a assuré, et j'ai pu m'en convaincre, que son élève aimait particulièrement glisser la trompe sous son aisselle et qu'il en aspirait l'odeur avec plaisir. Il faut croire que la sueur humaine a une analogie d'odeur avec les liquides sexuels (vagin ou mamelles) de l'éléphant femelle.

désespérément lorsqu'il ne voyait plus son maître et, si celui-ci rentrait dans la maison, l'animal montait l'escalier derrière lui ou bien encore il restait au bas et en travers jusqu'à ce qu'il en redescendît.

Il fut ensuite transporté au cap Lopez où il faisait l'amusement et la joie des passagers à qui il jouait toutes sortes de tours, fouillant dans leurs poches et les dévalisant avec l'adresse des meilleurs pick-pockets. A la suite de discussions mesquines, il fut tué à coups de fusil par un Européen qui résidait au cap Lopez. L'animal avait près de trois ans.

Il est bon de tenir compte ici d'une opinion qui a été exposée à la *Société nationale d'Agriculture* par M. Cornu, à la suite d'une communication faite sur l'éléphant d'Afrique par M. Léon Dru.

L'un des obstacles à l'emploi de l'éléphant d'Afrique, c'est qu'il devient, paraît-il, très méchant avec l'age adulte. Quand l'animal est jeune il est très facile à conduire, doux, intelligent, gai et familier. Plus tard, il devient dangereux; je l'ai entendu dire à Paris même.

Qu'est-ce à dire ? Qu'avec l'âge adulte se développe l'instinct génital qui rend l'animal difficile, surtout si cet instinct n'est pas satisfait. L'éléphant ne serait pas le seul animal dans ce cas. A l'époque du rut le chameau devient méchant et même furieux, il rue et mord volontiers. Mais, si l'on continue à se servir du chameau en tenant compte de cette indication, pourquoi n'en pourrait-on pas faire autant avec notre éléphant ?

Si l'âge seul avait une action sur le développement de cette sauvagerie, comme le fait ne se produirait guère avant que l'animal eût atteint l'âge de 25 ou 30 ans, il aurait rendu au moins pendant 20 ans des services très grands et l'on pourrait alors le rendre à la liberté.

M. Cornu continue :

Dans les jardins zoologiques, où il est en contact journalier avec un grand nombre de personnes, il peut encore causer des accidents. On a vu au Jardin des Plantes un animal qui y est élevé depuis l'enfance et est considéré comme apprivoisé, s'irriter et devenir presque dangereux; en tout cas, il a causé un accident et la personne attaquée était justement l'une de celles qu'il connaissait le mieux. Les accidents sont donc à craindre avec l'éléphant d'Afrique; ils sont très rares avec l'éléphant de l'Inde qui est toujours très doux.

Il s'agit ici de *Sahib* qui a blessé M. Sauvinet.

Je ne crois pas qu'on puisse tirer argument du cas de *Sahib*.

1° *Sahib* peut avoir le caractère particulièrement difficile; dans la forêt il serait peut-être un « rogue ». Cependant, parmi les chevaux on trouve assez fréquemment des individus plus que difficiles, méchants même. On se garde bien de juger des autres d'après eux.

2° La réclusion forcée à laquelle est réduit *Sahib* a certainement une influence fâcheuse sur son caractère. Voilà un animal qui se sent plein de vie et de force, obligé de tourner dans un espace restreint : quoi d'étonnant à ce que, enroulant sa trompe après les barreaux, il les secoue fortement, comme pour dire : « Me laisserez-vous toujours dans cette prison ? » Il est certain que si l'on avait pu, jeune, l'astreindre à un exercice régulier comme celui auquel se livrent les éléphants du cirque ou ceux de certains jardins zoologiques, une partie de sa force trouvant son emploi, il serait plus calme dans son box.

Au surplus, le célibat forcé auquel il est condamné, et qui lui pèse évidemment, n'est pas sans exercer son influence aussi ; il est à noter que c'est surtout aux époques du rut qu'il devient agité et dangereux. Entre temps, on l'approche aisément.

Au cas de *Sahib*, on pourrait opposer le cas de *Jumbo* et de bien d'autres.

Pour conclure, voici l'opinion d'Hagenbeck : elle a le plus grand poids :

> Il est d'opinion courante que l'éléphant l'Afrique est plus sauvage et plus difficile à apprivoiser que son cousin de l'Inde; c'est une opinion complètement fausse. Comme sur les 200 éléphants d'Afrique importés en Europe depuis 30 ans, 170 à peu près sont passés par mes mains, et comme moi-même j'ai importé quelques centaines d'éléphants de l'Inde, je crois pouvoir donner quelques renseignements sur la manière dont on doit traiter ces animaux et comment on peut les domestiquer.
>
> ... Tous les éléphants d'Afrique qui vinrent en Europe et furent vendus aux Jardins zoologiques ou aux ménageries, de même que ceux qui d'ici allèrent en Amérique, étaient des animaux doux qui se laissaient mener aussi docilement que les éléphants indiens.

7° NÉCESSITÉ D'EMPLOYER LES ÉLEPHANTS D'ASIE

La principale cause de l'échec des tentatives de domestication de l'Eléphant d'Afrique est précisément d'avoir voulu employer des éléphants d'Asie ; ceux-ci ne vont pas sans leurs cornacs. Il faut alors compter : 1° avec l'acclimatement des animaux importés; 2° avec celui des cornacs. Si l'on ajoute que le coût des essais est encore augmenté des frais d'achat, de solde et de transport des uns et des autres, on conclura que l'emploi de l'éléphant d'Asie pour la domestication de son congénère d'Afrique est surtout une cause de dépenses, de soucis, de complications, de retards ou d'échec.

Et c'est bien ce qui ressort des deux expériences faites par Ismaïl

Pacha et par le roi Léopold II. La seule solution pratique et rapide du problème est dans la capture des jeunes. Mes affirmations de 1893 se trouvent aujourd'hui confirmées.

Dans la discussion des propositions de M. Léon Dru à la *Société nationale d'Agriculture*, M. le Docteur Saint-Yves Ménard exprimait « la nécessité d'importer des Eléphants indiens dans nos colonies « d'Afrique; si ce n'est peut-être au début pour en faire servir quelques- « uns à la capture et au dressage de leurs congénères africains ».

Pour moi, il n'est même pas nécessaire d'en avoir au début des expériences. Quand on se résoudra à acheter aux indigènes de jeunes éléphants, qu'on leur paierait en marchandises la valeur de 300 à 500 francs, on en aura le nombre que l'on voudra. C'est un prix à débattre et à établir.

Il ne restera qu'à créer des postes de dressage et les relais dans des régions où l'abondance et la variété de la végétation assurent aisément leur nourriture. En supposant, pour un poste donné, dix éléphanteaux capturés ayant de 12 à 18 mois, le dressage en serait des plus aisés. Sans doute, ils ont de la vivacité, ils aiment jouer, ils sont turbulents (les jeunes chevaux le sont aussi), mais on a toujours la ressource du crochet et de l'amarrage auxquels, étant jeunes, ils sont très sensibles.

La démonstration pratique de la possibilité de procéder ainsi est faite par les éléphants du R. P. Allaire, du cap Vermot, par celui du cap Lopez et par *Toby*, l'envoyé de Ménélick.

L'on ne saurait plus ne pas en tenir compte.

8° LE LONG TEMPS NÉCESSAIRE AVANT QU'ON PUISSE LES UTILISER

Supposons un poste à éléphants, où dix jeunes animaux ont été réunis en peu de temps.

Pour les apprivoiser, il faudra quelques jours à peine.

Pour les dresser, trois mois environ, disons le double, six mois.

Où est la difficulté, la seule que l'on rencontre devant soi? Elle est dans l'inaptitude des indigènes de se livrer au dressage des animaux. Ceci est une règle générale à laquelle on trouverait d'assez nombreuses exceptions en s'adressant principalement à des Sénégalais et mieux à des noirs de San Thomé.

Mais il y a mieux : M. Karl Hagenbeck, de Hambourg, dont l'expérience et la science pratiques sont si importantes dans cette question, s'est offert à faire l'éducation de quelques indigènes qui serviraient ensuite d'instructeurs.

Comme dans le courant de l'année, j'aurai toujours à ma disposition une douzaine d'Eléphants, j'entreprendrais volontiers la tâche d'enseigner, à quelques indigènes d'Afrique, la façon de traiter l'Eléphant et, en considération de l'importance de cette question, je le ferais absolument à mes frais.

On ne saurait trop féliciter M. Hagenbeck de son intelligente initiative et de son désintéressement dans une question qui est des plus importantes pour le developpement économique de l'Afrique.

Revenons à nos éléphants. Ils avaientun an quand on les a pris; six mois après les voilà dressés. Dans combien de temps pourrons-nous les utiliser ?

Voici la réponse faite encore par M. Hagenbeck à cette intéressante question ;

A 2 ans, on peut déjà l'employer très bien comme monture ; et, chargé d'un poids de 190 kilos, il pourra fournir facilement une étape de 50 kilomètres par jour.

Donc, pour l'éléphant comme pour tous les autres animaux que l'homme a pliés à son service, on proportionnera l'effort demandé à l'âge et à la force de l'animal. Nous n'exigeons pas les mêmes services d'un cheval de trois ans et d'un cheval de six ans.

Donc si nous faisons porter 150 kilos à un éléphant de deux ans, nous aurons l'économie de six porteurs indigènes, lesquels coûtent à l'heure actuelle sur la route des caravanes de Loango à Brazzaville, 65 francs $\times$ 6 = 390 francs.

En calculant une augmentation de force de 50 kilos par an, à l'âge de neuf ans, les 10 éléphants que nous avons introduits dans le poste nous représentent chacun une force de 500 kilos (1/2 tonne) ou ensemble deux tonnes 1/2 et l'économie de 100 porteurs qui coûtent 6.500 francs pour un seul voyage. Une caravane fait six voyages par an entre la mer et le Pool, les 100 porteurs coûtent à la fin de l'année 39.000 fr. Qui soutiendra que les 10 éléphants supposés coûteront ce prix-là dans une année et pour la même besogne ?

Donc l'Eléphant pourra être utilisé au moins à l'âge de trois ans. C'est là, en fait d'élevage, une attente qui n'a rien d'exagéré.

Que nous sommes loin des 20 ans qu'on a prétendu nécessaires !

CONCLUSION

Il était indispensable d'examiner ces diverses questions. L'erreur scientifique de Buffon est réparée depuis longtemps ; mais l'erreur populaire subsiste, et elle est répandue dans les milieux cultivés où

elle constitue, dès lors, plus qu'une erreur populaire, puisqu'elle est la continuation, la répercussion de celle du grand naturaliste et puisque là où on pouvait spontanément la redresser, cela n'a point été fait. Il y avait donc intérêt à discuter la question devant le Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, d'où la lumière et la vérité pourront se diffuser de proche en proche.

Et quant à l'étude spéciale de l'animal en liberté, ou en captivité, tué à la chasse ou mort de maladie, ou à son étude purement zoologique, j'ai l'espoir que des contributions nombreuses seront suscitées et fournies.

Et j'ai aussi l'espoir de soumettre un jour à un jugement de l'Association les observations personnelles qu'il m'aura été donné de faire au cours de la mission que M. le Ministre des Colonies m'a fait l'honneur de me confier, et au cours des expériences que je dois tenter en Afrique au nom de la *Société Nationale d'acclimatation de France* et du Comité d'Initiative qui s'est constitué sous son haut patronage.

M. le Dr CARTON

Médecin-Major à Lille.

ESSAI DE CLASSIFICATION DES TOMBES DE L'AFRIQUE DU NORD

[393.1 (61)]

— *Séance du 6 août 1897* —

Les sépultures berbères s'étendent des temps préhistoriques à nos jours : simples fosses surmontées d'un tumulus ou d'une pierre, dolmens avec ou sans enceinte, tumuli à assises concentriques. Ce mode a dégénéré en évoluant; c'est maintenant une simple caisse avec tumulus et quelquefois une enceinte. Il y a eu des demi-dolmens, demi-cromlechs, allées couvertes, menhirs. Les rois numides donnèrent un grand développement à ce type. Le Medrasen, cylindre supportant un tronc de cône à gradins à 14 mètres de hauteur, rappelle les dol-

mens réunis à une enceinte plus basse qu'eux par un galgall. L'ornementation en était égyptienne et grecque. Le menhir s'est continué sous Rome par de longues stèles à sculptures grossières. Certains alignements mégalithiques, de plusieurs centaines de mètres, sont fréquents dans les nécropoles.

Les mégalithes à four d'Hammam Zouaker semblent égéennes à M. Bertholon.

Les sépultures tyriennes de Byrsa, chambres souterraines en grandes dalles, surmontées de dalles en chevrons, sont les tombes de commerçants établis là avant la fondation de Carthage.

Les tombes puniques sont formées par un hypogée creusé dans le tuf et précédé d'un puits avec ou sans escalier. A Bord-Djedid sont les premières chambres de ce type. Elles semblent antérieures à Carthage.

Ce mode s'est perpétué durant les périodes païenne et chrétienne de la domination romaine. Des tombes puniques plus modestes existent : *caveaux dallés*, *auges*, *fosses*, *grandes jarres*.

On appelle *Hanout* des chambres basses (hauteur 1m,50, largeur 2 mètres environ), creusées dans le roc, d'un accès difficile, à ouverture verticale fermée par une dalle placée souvent sur la paroi abrupte d'un rocher. Elles semblent puniques. D'autres, beaucoup plus petites, sont, pour le Dr Bertholon, égéennes.

Le seul tombeau monumental punique connu est celui de Dougga, du Ve siècle avant Jésus-Christ, à inscription libyco-punique, avec deux étages (l'un orné du cavet égyptien et du chapiteau punique, l'autre d'ordre dorique), surmontés d'un pyramidion. C'est le terme qui unit les mausolées à pyramide de la Syrie à ceux d'Afrique.

Des *auges* accouplées, avec une dalle, à la surface des rochers, sont également puniques.

La nécropole juive de Gamart : hypogées avec *arcosolia* ornés du chandelier, est punique et romaine.

Les petits tombeaux païens de l'époque romaine sont la stèle, simple support de l'épitaphe et des emblèmes, ayant parfois le profil de l'autel ou du caisson, ou dérivant du menhir berbère ; le *cippe*, forme italienne, qui prend ici un aménagement sémitique ; l'autel en maçonnerie renferme l'urne cinéraire, surmontée d'un tube s'ouvrant en haut. Le cippe peut être surmonté d'un pyramidion et reproduire ainsi la forme de certains mausolées. Le *caisson*, demi-cylindre sur un gradin, exacte reproduction des sarcophages orientaux, est extrêmement fréquent.

Sous ces sépultures, on trouve une simple *fosse*, un *sarcophage formé de 8 à 12 tuiles en chevrons*, *une jarre* ou deux jarres sciées

et placées bout à bout. M. Vercoutre a remarqué que le premier mode rappelle les chambres de Byrsa, d'où probablement elles dérivent. Les jarres usitées déjà à l'époque du bronze existent en Europe et en Asie. Elles ont été employées ici, en premier lieu, par les Phéniciens, quelle que soit leur origine.

A la surface des rochers, on trouve des augets, des urnes cinéraires, creusés dans la pierre fermés par une dalle encastrée à fleur de sol, accompagnés d'une stèle fixée dans un trou ou sculptée en relief sur un rocher voisin. Ces ossuaires sont une transformation pour l'incinération de la grande auge punique creusée dans le roc.

Les grands tombeaux sont des *columbaria*, parfois immenses, mais de type variable, des *mausolées en forme de temple* prostyle, des mausolées à étages. Ces derniers, si fréquents, ont un étage inférieur renfermant quelques niches pour les ossuaires, et un étage supérieur, niche ou cella prostyle renfermant la statue du défunt, le tout surmonté d'un pyramidion. Parfois il y a un étage supplémentaire entre les deux autres. Ce type dérive du mausolée à pyramide de Dougga, il a donné naissance au cippe à pyramidion. Il y a des mausolées à étages hexagonaux, d'où dérivent les cippes hexagonaux, des mausolées circulaires qui, les uns, rappellent le monument romain de Cecilia Metella, et les autres semblent, comme le Medrasen, dériver des mégalithes, tel celui des Lollius. Enfin, des mausolées voûtés en berceau forment de petits columbaria qui rappellent les caissons.

L'hypogée punique s'est continué à l'époque romaine par le caveau plus vaste, mais encore précédé d'un puits renfermant des *loculi*, auges, caissons, dans une ou deux chambres communiquant largement. Des *tombes chrétiennes*, quelques-unes dérivent des précédentes. Ce sont de petites catacombes. D'autres sont groupées à l'intérieur des églises sous un dallage en mosaïque, autour du sarcophage renfermant les restes d'un saint. Il y avait aussi des basiliques funéraires, rappelant les mausolées en forme de temple, enfin, des cimetières entiers sont formés de caisses en mosaïques dont les cubes figurent le défunt, le chrisme, des emblèmes tels que : colombes, poissons, vigne, etc.

Aux époques païennes et chrétiennes, il y a eu de fort beaux sarcophages, dans les mausolées ou les églises, avec reliefs figurant des scènes mythologiques ou bibliques.

Les Souamas de Méchérasfa, chambres mégalithiques adossées à un rocher, sont chrétiens. Les Djedar, grandes pyramides tronquées à base quadrangulaire, précédés d'une *area*, sont dus à une renaissance chrétienne de l'art berbère qui a produit le Medrasen.

Les sépultures Vandales sont à peu près inconnues. Celles, très rares, qui ont été découvertes, renfermant des armes et des bijoux authentiques, ont été décrites incomplètement.

La distinction entre les tombes chrétiennes antérieures aux Vandales, les sépultures Vandales et celles des Byzantins, n'a pas été encore établie nettement. Ce serait à préciser. Le Docteur Carton a trouvé un certain nombre de sépultures qui doivent remonter à une de ces périodes : ce sont des caisses faites de fragments de cippe ou de plaques de ciment, renfermant un squelette souvent enveloppé de plâtre. Elles ont été trouvées souvent sur le sol d'édifices romains et ne paraissent point arabes. Elles renfermaient quelques armes en fer. Ce sont, sans doute, les dernières demeures des chrétiens qui ont lutté contre l'islamisme envahissant.

M. Arsène DUMONT

A La Cambe (Calvados).

DÉMOGRAPHIE DES MUSULMANS ALGÉRIENS [361.65]

— *Séance du 6 août 1897* —

Une population ne peut être bien administrée ni bien gouvernée si l'on ne connaît sa vitalité et sa force de résistance et d'expansion, ses chances de développement ou de décadence. De là, la nécessité d'étudier sa natalité, sa mortalité, sa nuptialité et les autres phénomènes démographiques qu'elle présente. C'est dans cette pensée que je publiai au commencement de l'année 1896, un premier travail sur les mouvements de la population musulmane *parmi les Musulmans* de l'Algérie, dans le triple intérêt des Musulmans eux-mêmes, de la France qui s'est chargée de leurs destinées et de la science sociale.

Le tableau A résume les principaux résultats de cette étude pour les années 1891, 1892 et 1893.

Les phénomènes les plus saillants étaient :

1° L'élévation extrême de la nuptialité ;

2° L'extrême fréquence du divorce ;

3° La précocité du mariage ;

4° L'infécondité relative du mariage musulman ;

5° Enfin, la vitalité de la population musulmane qui, au lieu de tendre à s'éteindre comme on avait pu le croire, s'accroît visiblement de récensement en recensement depuis vingt ans (1).

Après avoir constaté ces faits et signalé leur vif intérêt, je concluais que si l'on voulait en déterminer les raisons, il fallait appliquer la méthode que j'ai recommandée pour la recherche des causes de l'abaissement de la natalité en France ; c'est-à-dire étudier les faits avec beaucoup plus de détails, choisir un certain nombre de circonscriptions peu étendues, les unes parmi les Arabes, les autres parmi les Kabiles, en faire la démographie, puis aller les visiter afin d'étudier sur place les phénomènes d'ordre ethnographique susceptibles de rendre compte des résultats numériques. L'Association française a bien voulu montrer par une subvention qu'elle entrait dans ces vues. J'ai passé en Algérie et Tunisie les mois de mars, avril et mai 1896.

Les quelques pages qui suivent contiennent, aussi brièvement résumées que possible, les conclusions de mon enquête. J'avais déjà fait, en Algérie, un séjour de six mois, quelques années auparavant et je la connaissais au point de vue du pittoresque qui frappe si fortement le touriste nouvellement débarqué. Débarrassé, cette fois, de l'obsession de ces impressions envahissantes, je m'étais donné pour objet de rechercher ce qui dans les lois, la religion, les mœurs, les pratiques administratives pouvait contribuer à déterminer l'état démographique. Je devais m'efforcer aussi de voir la façon dont sont recueillis les résultats numériques publiés par le gouvernement général de l'Algérie, le degré de confiance qu'ils méritent, les circonstances qui peuvent amener les indigènes à les grossir ou à les atténuer.

Après quelques jours de tâtonnements, je choisis pour champ d'observation la commune mixte de Palestro, dans le département d'Alger et l'oasis de Biskra dans celui de Constantine.

Palestro situé à l'entrée de la Kabilie, entre les territoires kabiles et ceux des Arabes, est le chef-lieu d'une commune de plein exercice, d'environ 3.200 habitants et d'une commune mixte qui en comptait

(1) Les résultats du recensement de 1896 n'étaient pas encore publiés. Aujourd'hui on sait que les Musulmans algériens ont augmenté de 200.854 entre les deux derniers recensements et que leur nombre atteint 3.757.917, sans compter 17.832 Mulsulmans tunisiens ou marocains. Il y avait en somme au dernier recensement 3.775.749 Musulmans sur le sol de l'Algérie.

TABLEAU A

MUSULMANS DE L'ALGÉRIE

Mouvement de la Population pendant la période 1891-1893.

DÉPARTEMENTS	NATALITÉ	Masculinité	NUPTIALITÉ	FÉCONDITÉ des mariages	DIVORCES pour 100 mariages	MORTALITÉ	EXCÈS des naissances sur les décès en trois ans	POPULATION		ACCROISSEMENT	
								en 1886	en 1891	NOMBRE absolu	POUR 100
Alger	25.5	105.8	7.6	3.3	38.5	24.8	2.427	1.175.510	1.257.298	81.788	6.9
Oran	24.6	109.5	8.2	2.9	38.0	21.2	7.271	655.356	715.205	59.849	9.1
Constantine	28.8	112.5	11.0	2.5	37.6	25.3	16.732	1.423.451	1.581.564	158.113	11.1
Algérie entière	26.3	110.1	9.2	2.87	37 8	24.1	26.430	3.254.317	3 554.067	299.750	9.2

en 1891, 40.594. Cette dernière, qui seule doit nous occuper, avait l'avantage pour mon objet de se subdiviser en dix sections ayant chacune une étendue variant de 2.297 jusqu'à 11.950 hectares, et une population qui dans la plus peuplée s'élevait à 7.345 habitants et dans la moins nombreuse était encore de 1.758. Ces chiffres, relevés sur le recensement de 1891, promettaient une base suffisante aux calculs. Très supérieurs à ceux de nos communes rurales de France, ils semblaient devoir par là compenser la moindre exactitude des données fournies par les indigènes. L'étendue totale de 67.739 hectares n'était point encore assez grande pour être impossible à parcourir. D'ailleurs ce territoire présentait un autre avantage sous le rapport anthropologique et ethnographique ; trois des sections étant formées d'Arabes, six de Berbères et une de Koulourlis.

L'existence au milieu de la commune mixte du village français et d'auberges habitables devait permettre un séjour de quelque durée. Centre naturel et marché fréquenté par toutes les tribus des environs, il constituait un poste d'observation exceptionnellement favorable pour les remarques d'ordre anthropologique et ethnographique. La curiosité était naturellement éveillée par la pensée de coudoyer ces féroces musulmans qui en 1871 assiégèrent les 108 colons composant alors la population européenne de Palestro, en égorgèrent de sang-froid 58 après qu'ils se furent rendus prisonniers et n'épargnèrent le surplus que sur la nouvelle de l'arrivée des troupes françaises.

Mais les travaux de démographie minutieuse qui sont possibles en France ne donnent encore que des résultats très imparfaits en Algérie. Nous ne possédons ni des séries d'années assez longues pour qu'une collectivité puisse être comparée avec elle-même aux diverses époques de son histoire, ni des données assez précises, sûres et détaillées pour que les différences démographiques des diverses unités administratives ne puissent être attribuées à des erreurs dans les recensements ou les relevés des mouvements de la population et doivent être cherchées dans des différences ethnographiques.

En France, les documents propres à établir la démographie d'un canton doivent toujours se trouver en double aux archives du département, qui sont publiques, et aux archives des communes. S'il y a des lacunes dans l'une de ces deux séries, ce qui, par malheur, n'est pas rare dans les archives communales, on a la ressource de les combler à l'aide de l'autre série. En Algérie, il n'en est pas ainsi. A la préfecture d'Alger dont relève Palestro non plus qu'à celle de Constantine dont relève Biskra, on ne conserve ni aux archives ni dans les bureaux la moindre pièce propre à établir la démographie de ces communes.

Les quelques chiffres relatifs à la mortalité des indigènes de Biskra ont été relevés par moi à la mairie de cette commune. J'ai dû en négliger beaucoup d'autres qui étaient trop visiblement erronés.

Pour obtenir les données fort incomplètes que je relève sur Palestro, j'ai dû frapper à vingt-neuf portes différentes : bureaux, bibliothèques, archives, greffes, cabinets de procureurs ou de substituts.

D'abord les anciens recensements bien qu'ils aient été imprimés sont devenus des raretés bibliographiques à peu près introuvables dans les diverses bibliothèques d'Alger. Tous ceux qui sont antérieurs

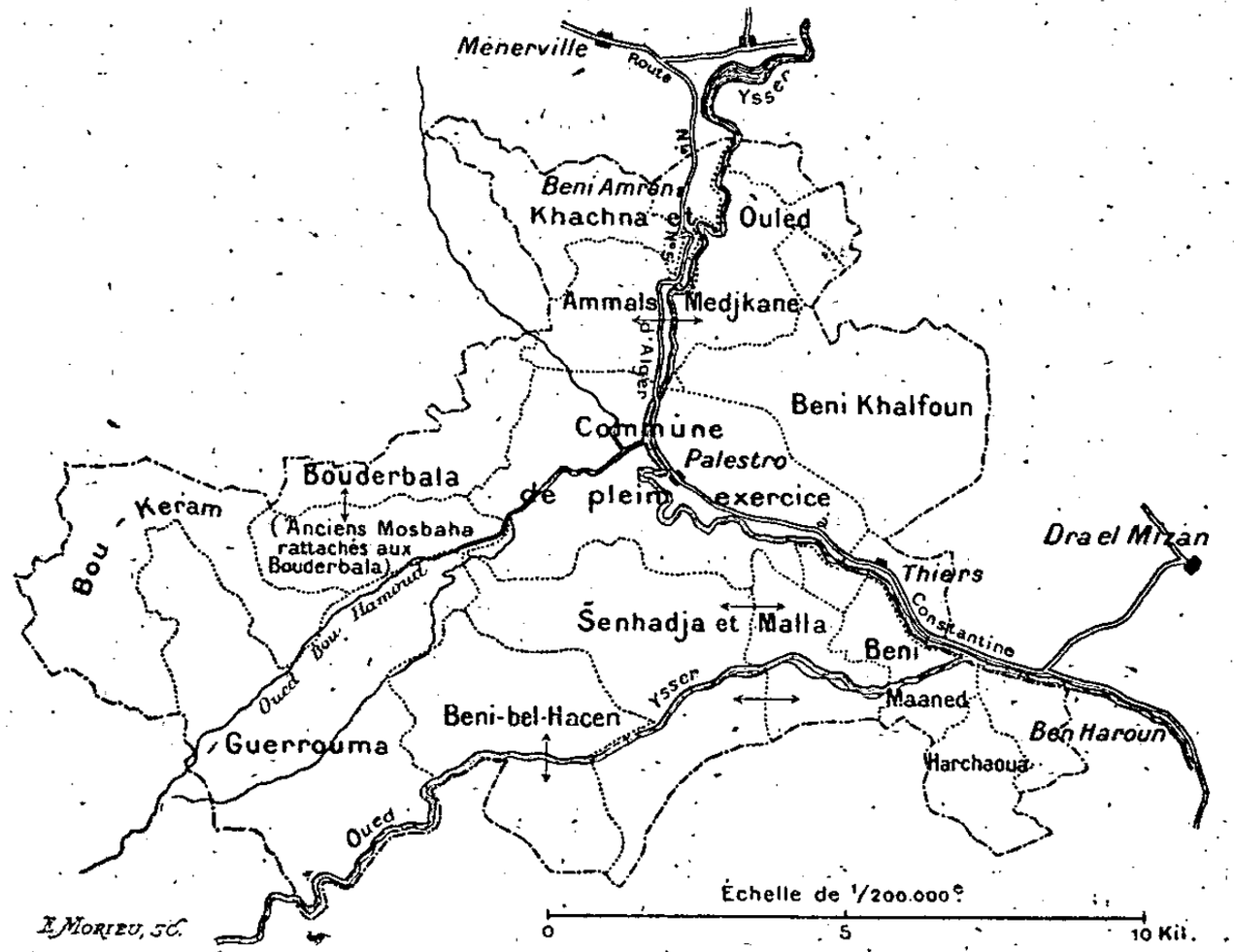


Fig. 1.

à 1881 sont inutilisables pour la commune mixte de Palestro à cause des nombreux remaniements qu'ont subis les diverses sections. Ils ne le sont pas moins à cause des omissions évidentes dans l'ensemble de la population indigène dont ils portent le témoignage.

Le mouvement de la population indigène pendant les huit années 1880-1887 a été relevé par moi à la direction générale sur les pièces mises à ma disposition par M. Philiberti. J'ai relevé le nombre des naissances, mariages, divorces et décès pendant les années 1892-1895 directement sur les doubles des registres de l'état-civil déposés au

greffe d'Alger, grâce à l'obligeance du procureur, M. Cottignies, membre de l'Association française. Quelques détails sur la composition de la population ont été pris à Palestro dans les bureaux de l'administration. Enfin pour les quatre années 1888, 1889, 1890 et 1891 je n'ai pu trouver aucune trace du mouvement de la population ni au greffe où légalement elle ne peut exister pour cette période, ni à la direction générale, ni à Palestro, bien que réglementairement il doive être conservé en ces deux endroits. Le refus de le communiquer n'étant pas attribuable à la malveillance des fonctionnaires, doit venir de ce qu'il a été détruit ou plus vraisemblablement encore de ce qu'il n'est pas présentable. J'ai pu seulement, pour ces quatre années, me procurer les chiffres propres à établir le mouvement de la population pour la commune entière ; il figure au tableau E.

On voit par le tableau B que les 67.739 hectares de la commune mixte de Palestro avaient en 1891, une population de 40.594 habitants, ce qui donne une densité moyenne de 59 habitants par cent hectares. Cette densité descend à 38 chez les Bou Kéram et à 49 chez les Guerrouma, deux sections voisines situées au sud-ouest de la commune. Elle s'élève par contre à 103 chez les Béni bel Hacen au sud et est encore de 98 chez les Khachna-el-Djebel. Quand on songe que les meilleures terres labourables, le plateau à peu près horizontal qui s'étend sur les rives de l'Isser et du Bou Hamoud, ont été enlevées aux indigènes pour former la commune de plein exercice de Palestro, que le territoire demeuré en leur possession est composé de montagnes et de ravins, couvert en grande partie de broussailles et de forêts, que le surplus n'est cultivé que d'une façon intermittente et de la manière la plus imparfaite, une telle densité étonne. Elle provient surtout de ce que les habitants ont réduit leurs besoins au strict minimum, en fait de logement, de vêtement et de nourriture.

Ils habitent des gourbis de terre et de branchages recouverts de chaume, que le jeune homme, quand il se marie, édifie en quelques jours près de celui de ses parents. Leurs vêtements se composent d'une culotte, d'une chemise et d'un burnous, parfois d'un burnous seulement qu'ils portent jusqu'à ce qu'il tombe en lambeaux. Comme boisson ils ont l'eau de la source voisine. Deux ou trois fois l'an, aux fêtes seulement le couscoussou avec des légumes et un peu de viande. Le reste de l'année, leur ration alimentaire consiste en sept ou huit cents grammes de galettes d'orge ou de blé, le son avec la farine, et deux cents grammes de figues. Souvent ils trempent leur galette dans l'huile. Les plus pauvres se nourrissent au besoin des graines du lathyrus sylvestris qui déterminent l'intoxication spéciale connue sous le nom de lathyrisme (Dr Prengrueber).

TABLEAU B

COMMUNE MIXTE DE PALESTRO

Population musulmane.

SECTIONS	CONTENANCE en 1891	POPULATION 1881	1886	1891	1896	DENSITÉ KILOMÉTRIQUE en 1891
Ammals	6.340 hect	3.010	3.538	3.689	3.593	58
Bou Derbala et Mosbaha	7.614	3.163	3.549	3.623	3.594	47
Kachna el Djebel	4.779	3.535	4.298	4.691	4.745	98
Guerrouma	11.298	4.587	5.281	5.546	5.221	49
Bou Kéram	6.451	2 408	2.615	2.493	2.424	38
Beni Khalfoun	6.805	4.759	5.438	5.791	5.700	85
Senhadja et Maalla	11.950	5.579	6.463	7.345	7.220	60
Beni bel Hacen	3.766	3.114	3.747	3.882	3.795	103
Beni Maaned	2.499	1.117	1.171	1.776	3.301	71
Herchoua	2.297	1.831	1.736	1.758		76
Totaux	67.739	33.103	38.836	40.594	39.593	59

Mariages, Divorces, Naissances, Décès, Excès des naissances sur les décès dans les dix sections indigènes.

SECTIONS INDIGÈNES	1892-1895					1884-1887					1880-1883				
	Mariages	Divorces	Naissances	Décès	Excès des naissances sur les décès	Mariages	Divorces	Naissances	Décès	Excès des naissances sur les décès	Mariages	Divorces	Naissances	Décès	Excès des naissances sur les décès
Ammals	68	5	485	443	42	145	21	488	324	64	92	32	336	275	61
Bou Derbala	97	14	546	455	91	156	24	494	289	205	85	27	442	328	114
Khachna	57	7	584	467	117	171	4	425	337	88	112	14	321	220	101
Guerrouma	10	0	409	474	— 65	107	34	424	295	129	»	»	»	»	»
Bou Keram	0	0	228	234	— 6	102	14	258	177	81	»	»	»	»	»
Beni Khalfoun	138	41	636	449	187	239	6	576	283	293	117	0	267	282	15
Senhadja et Maalla	68	24	763	772	— 9	188	50	699	519	180	135	23	480	401	79
Beni bel Hacen	25	10	289	336	— 47	88	18	317	246	71	»	»	»	»	»
Beni Maaned	20	8	213	174	39	67	16	258	125	133	»	»	»	»	»
Herchoua	14	7	237	209	28	58	9	278	168	110	»	»	»	»	»
Commune entière	407	114	4.390	4.013	377	1.321	196	4.217	2.752	1.354					

TABLEAU D — COMMUNE MIXTE DE PALESTRO

Nuptialité, Fréquence des divorces, Fécondité des mariages, Natalité et mortalité dans les dix sections indigènes.

SECTIONS INDIGÈNES	1892-1895				1884-1887					1880-1883				
	Nuptialité	Fréquence des divorces	Natalité	Mortalité	Nuptialité	Fréquence des divorces	Fécondité des mariages	Natalité	Mortalité	Nuptialité	Fréquence des divorces	Fécondité des mariages	Natalité	Mortalité
Ammals	4.6	7.3	32.8	30.1	10.2	14.5	3.1	34.5	32.4	7.6	34.7	3.6	27.9	22.8
Bou Derbala	6.6	14.5	37.6	31.3	10.9	15.3	3.1	34.8	20.3	6.7	31.7	5.2	36.3	25.9
Khachna	3.0	12.3	31 1	24.8	9.9	»	2.4	24.7	19.6	7.9	12.5	2.8	22.7	15.5
Guerrouma	0.4	0	18.4	21.3	5.0	31.7	3.9	20.0	13.9	»	»	»	»	»
Bou Keram	0	0	22.5	23.1	9.7	13.7	2.5	24.6	16.9	»	»	»	»	»
Beni Khalfoun	5 9	29.6	27.4	19.4	10.9	»	2.4	26.4	13.0	6.1	0	2.2	14.0	14.8
Sanhadja et Maalla	2 3	35.3	25.9	26.2	7.2	26.6	3.7	27.0	20.0	6.0	17.0	3.5	21.5	17.9
Beni bel-Hacen	2 1	40.0	25.1	29.2	6.3	20.4	3.6	23.2	17.9	»	»	»	»	»
Beni Maaned	2.8	40.0	29.9	24.5	»	»	3.8	»	»	»	»	»	»	»
Herchoua	1.9	50.0	33.7	29.1	8.3	15.4	4.7	40.0	24.1	»	»	»	»	»
Commune entière	2.5	....	27.0	24.7	8.5	....	3.1	27.1	17.7					

TABLEAU E — PALESTRO (commune mixte)

Mouvement de la population dans la commune entière pendant la période 1888-1891.

ANNÉES	MARIAGES	DIVORCES	NAISSANCES	DÉCÈS	EXCÈS des naissances sur les décès	NUPTIALITÉ	FÉCONDITÉ des mariages	DIVORCES pour 100 mariages	NATALITÉ	MORTALITÉ
1888	191	46	790	791	— 1	4.7 (a)	4.1	24.0	19.4	19.4
1889	174	33	962	815	147	4.2	5.5	18.9	21.2	20 0
1890	69	27	1.245	1.063	182	1.7	18.0	39.1	30.6	26.1
1891	327	80	726	957	— 231	8.0	2.2	24.4	17.8	23.5
1888-1891	761	186	3.723	3.626	97	4.7	4.8	24.4	22.9	22.3

L'enfant ne coûte rien à élever. Dès l'âge de cinq ou six ans il conduit et surveille les troupeaux, parmi lesquels figurent souvent plusieurs taureaux remarquablement doux comme dans toute l'Algérie et la Tunisie. Il a pour unique nourriture une galette de farine d'orge pour toute sa journée. Entre six et huit ans on le circoncit. A treize ans, il surveille la maison, va à la zaouïa et aux marchés. Entre quinze et seize ans il atteint sa majorité, participe aux travaux de culture. De dix-sept à vingt ans, selon ses ressources, il achète une femme, s'établit dans un gourbi séparé et fonde une nouvelle famille. Cette vie au grand air, si dure et si pauvre sous un climat brûlant en été et très froid en hiver, forme des hommes d'une apparence robuste. M. le docteur Prengrueber qui a mesuré 394 adultes de 21 à 50 ans, a trouvé comme taille moyenne 167c,9 Mais il y a trois types ethniques différents : 29 °/o de petites tailles comprises entre 160 et 164 centimètres, 46 °/o de tailles moyennes comprises entre 165 et 169 centimètres, 24 °/o de grandes tailles de 170 à 180 centimètres. D'après le même auteur, l'enfant kabile serait moins dolichocéphale que l'adulte. Les cheveux et les yeux sont généralement très foncés. La peau paraît avoir toutes les nuances de la croûte de pain, depuis le blanc doré qui est rare jusqu'au brûlé presque noir.

Les Koulourlis qui forment la section des Bou Derbala ont au contraire la peau très blanche et glabre, leurs cheveux sont noirs et leurs yeux de couleur jaunâtre. M. Prengrueber qui en a fait une intéressante étude, les décrit comme grands, leptoprosopes avec un front fuyant, un menton proéminent et un nez aquilin. Leurs femmes sont belles et recherchées des Arabes. Ils dédaignent les Kabiles et refusent de s'allier avec eux. Ils fournissent de bons ouvriers dont un certain nombre sont employés aux mines de zinc de Guerrouma. Au milieu d'eux se rencontrent des hommes d'une autre race, blonds, trapus et brachycéphales.

Du reste, à quelque race qu'ils appartiennent, les hommes de ces diverses sections joignent presque toujours à leur agriculture rudimentaire, la culture des vergers, celle de l'olivier qui leur donne une huile grossière propre seulement à leur consommation personnelle et à la confection du savon noir, celle du caroubier dont les gousses séchées servent à la nourriture des animaux, celle de la vigne et du figuier qui produisent des fruits secs de bonne qualité qui s'exportent au loin. A ces sources de revenus s'ajoutent les produits de quelques industries ménagères, ce qui aide à comprendre l'étonnante densité kilométrique de la population.

Lorsque la commune mixte de Palestro fut fondée, c'est-à-dire en

décembre 1872, l'administration la croyait beaucoup moins peuplée. Les documents officiels datés de 1874 ne lui attribuent pour une surface de 48.111 hectares qu'une population indigène de 17.438 individus. Il est probable qu'après la sévère répression de 1872, nombre d'habitants étaient éloignés ou n'avaient pu être recensés.

De 1881 à 1891, la population indigène s'est accrue de 7491 individus. On doit croire que la plus grande partie de cet accroissement n'est qu'apparente et résulte en réalité de ce que les recensements ont été de moins en moins défectueux. Dans presque toutes les sections, l'augmentation s'est faite régulièrement, ce qui inspire une certaine confiance dans la valeur des trois recensements figurant au tableau B. Ces populations sont beaucoup moins fixes que les européennes et les changements temporaires pour cause de pacage peuvent les modifier considérablement en peu d'années. C'est ce qui explique sans doute la légère diminution d'un millier d'indigènes qui s'est produite entre le recensement de 1891 et celui de 1896.

La méthode employée par les administrateurs civils pour opérer le recensement mérite d'être connue. Les chefs de familles musulmanes ne savent la plupart ni lire ni écrire et ne pourraient rédiger leurs bulletins de ménage. On ne peut, d'autre part, les obliger à les faire rédiger par ceux d'entre eux qui savent écrire, car ceux-ci ne le feraient pas gratis et beaucoup d'indigènes se refuseraient à cette dépense. Voici le procédé usité. Dans les huit jours du recensement un employé de la commune se transporte chez le caïd de chacune des sections après y avoir convoqué tous les chefs de ménage. Il fait présenter à chacun sa carte d'identité et rédige lui-même le bulletin sous la dictée du chef de ménage. C'est pour une section de 5546 habitants, comme par exemple celle de Guerrouma, environ onze cents bulletins à rédiger. L'employé les emporte chez l'administrateur où ils sont dépouillés. Contrairement à ce que l'on a dit, les musulmans n'éprouvent, au moins dans ce pays, aucune répugnance à déclarer le nombre de leurs femmes et de leurs enfants. La valeur d'un recensement ainsi conduit dépend entièrement de la vigilance de l'employé. Celui de 1891 pour Palestro paraît assez exact.

Il accuse 19.701 indigènes de sexe masculin contre 20.706 du sexe féminin. Cet excès du sexe féminin est normal en Europe. Dans la commune mixte de Palestro, il se remarque à tous les âges sauf pour la période de 15 à 24 ans. La population de 0 à 14 ans accomplis était de 16.367 individus ; celle de 15 à 59 ans, de 21 480 ; celle de 60 à ω de 2,560, ce qui donne une proportion de vieillards très satisfaisante.

Il n'y a dans cette partie de l'Algérie que très peu de polygames. Sur 8157 hommes mariés on n'en compte que 116 qui aient plusieurs femmes : c'est une proportion de 1,4 %, le onzième environ de la proportion générale.

Le recensement n'accuse pas un seul marié de moins de 16 ans, pas une seule mariée de moins de 15. « De mariages d'enfants, me dit énergiquement l'administrateur, nous n'en voulons pas. » Les indigènes, sachant cela, n'en ont pas déclaré ; mais leur statut personnel que la France leur a garanti, les leur permet et en réalité ils en contractent assez fréquemment.

Sur 8.634 familles déclarées, très peu étaient sans enfants vivants, 5,4 seulement pour cent, 469 en chiffres absolus, dont 127 étaient des ménages ayant moins de deux ans de durée. Au contraire, 1089, un huitième environ avaient chacun, au moins, six enfants vivants. Ces chiffres semblent un présage de natalité élevée que l'examen des mouvements de la population ne justifiera qu'en partie.

Le tableau D contient, pour chacune des dix sections de la commune mixte et pour les trois périodes de quatre ans chacune, 1880-1883, 1884-1887 et 1892-1895, la nuptialité, le nombre de divorces pour cent mariages, la natalité et la mortalité. Le tableau E contient les mêmes résultats pour la période 1888-1892 ; mais pour l'ensemble de la commune seulement et non par section.

Avant de passer au commentaire de ces tableaux numériques, il est indispensable de connaître comment les renseignements qu'ils contiennent ont été recueillis.

Dans chaque section de la commune mixte existe un adjoint indigène chargé de recevoir les actes de l'état civil. Il les transmet à l'administrateur qui les transcrit sur un registre semblable à ceux qui sont usités en France, sur timbre coté par premier et dernier feuillet par le président du tribunal civil. A la fin de l'année, l'administrateur envoie un double des registres de l'état civil au greffe et fait relever, pour chaque section, le mouvement de la population sur des feuilles analogues à celles qui s'emploient en France. Dans un avenir plus ou moins proche, les documents qui servent à l'établissement des calculs démographiques auront en Algérie la même valeur que chez nous : car la méthode est la même et le personnel des adjoints indigènes se forme graduellement à ses fonctions. Mais bien que l'administration française ait fait les efforts les plus constants pour se rapprocher du but, elle est loin de l'avoir atteint encore. Elle en est même plus loin en ce qui concerne les mouvements de la population que pour les recensements, contrairement à ce qui a lieu en France.

Pour s'expliquer ce fait paradoxal, il faut se souvenir que si les Musulmans sont soumis à notre droit pénal, nous leur ayons garanti le maintien de leur droit civil. Or, il est difficile d'imaginer à quel point il est impossible d'administrer, suivant la méthode romaine et néo-latine, un peuple qui n'a pas de noms patronymiques, pas de propriété individuelle et chez qui le mariage est un contrat purement privé, valable et parfait, comme chez nous le contrat de vente, par la seule volonté des parties. Transplantée au milieu d'une société pour laquelle elle n'est pas faite et avec laquelle elle ne cadre pas, notre bureaucratie avait le choix entre deux partis : ou la transformer, ou renoncer à exister. C'est, naturellement, le premier qu'elle a pris. De là, la tendance constante, résultant des nécessités de la situation et beaucoup plus prononcée chez l'administration que chez le pouvoir judiciaire, à restreindre le droit musulman et à le modifier dans le sens du droit français.

C'est dans cet esprit qu'ont été décidées successivement, la constitution de la propriété individuelle chez les Arabes (1) qui, seule, permet aux particuliers de vendre ; la constitution de l'état civil des Musulmans et l'imposition de noms patronymiques ; enfin, la déclaration des actes de l'état civil.

Sur ce point, l'administration procéda graduellement. Elle exigea d'abord la déclaration des naissances et des décès, et longtemps s'en tint là. Le code spécial de l'indigénat punissait de un à cinq jours de prison et de un à quinze francs d'amende la non-déclaration des naissances. Cette peine était appliquée par l'administration et, malgré cela, un certain nombre de naissances, de naissances masculines surtout, n'étaient pas déclarées. Pour plusieurs raisons le Kabile n'aime pas à déclarer la naissance de ses enfants. D'abord il a une tendance générale à éviter tout ce qui peut servir à établir son identité. Ensuite il craint la conscription, il craint de fournir un moyen de faire payer l'impôt de capitation aux jeunes hommes dès qu'ils ont atteint leur majorité, soit 15 ou 16 ans, enfin, il craint de faciliter, le cas échéant, les recherches de la justice.

La déclaration des mariages et des divorces, beaucoup plus difficile à obtenir que celle des naissances et des décès ne fut réclamée que plus tard. En France, la non-célébration d'un mariage devant l'officier de l'état-civil, a pour sanction la nullité même du mariage. Chez les Musulmans, comme il est valable quand même, il a fallu édicter une pénalité contre la non-déclaration des mariages. Nous allons voir cependant, en continuant l'étude des tableaux

(1) Car elle existait déjà chez les Kabiles.

ci-dessus, que les Musulmans sont loin de s'être tous résignés à cette formalité.

Excès des naissances sur les décès. — L'excès des naissances sur les décès a été, pour la commune entière et pour les 12 années comprises de 1884 à 1895, de 1.828. Il ne rend compte que pour une très faible part de l'augmentation de la population qui, en 10 ans, de 1881 à 1891, a été de plus de 7.000 habitants. Il faut donc chercher l'explication de cette augmentation, soit dans l'immigration, ce qui n'est pas impossible, soit, ce qui est plus probable, dans l'exactitude croissante des recensements. Il se pourrait aussi que l'excès réel des naissances sur les décès fût, par suite d'omission dans la déclaration des naissances, plus considérable que celui qui résulte des documents officiels.

Cet excès des naissances est très différent de l'une à l'autre des trois périodes étudiées. De 1884 à 1887, il a été de 1.354. Ce chiffre, en lui-même, n'est nullement invraisemblable, cependant il est certainement exagéré, car le nombre des décès déclarés a été inférieur à la réalité. Si on le compare à celui des deux périodes suivantes, il y a lieu de penser qu'un millier de décès environ a dû n'être pas déclaré, ce qui, du reste, est d'autant moins surprenant que dans la période antérieure, 1880-1883, une partie seulement des sections commençait à fournir la déclaration de leurs actes d'état-civil.

Natalité. — Pour la commune entière, la natalité a été successivement, pendant chacune des trois périodes, 27,1, 22,9 et 27.

Ces chiffres n'ont rien d'invraisemblable en eux-mêmes. Cependant, le grand nombre d'enfants vivants par famille, relevé sur le recensement de 1891, autorisait la prévision d'une natalité plus élevée. D'autre part, elle subit, d'une section à l'autre, des variations très considérables. Ainsi, dans la période 1884-1887, elle oscille de 20,0 chez les Guerrouma à 40,0 chez les Herchoua ; pendant la période 1892-1895, elle tombe à 18,4 chez les mêmes Guerrouma et s'élève à 37,6 chez les Bou Derbala. Elle s'élève à 30,6 pour la commune entière en 1890 et descend l'année suivante à 17,8. Des sauts aussi brusques ne se comprennent pas.

Mortalité. — Nous retrouvons les mêmes variations exagérées dans la mortalité. Pendant la période 1884-1887, nous la voyons s'élever à 32,4 chez les Ammals ; mais elle tombe à 13,9 chez les Guerrouma et à 13 chez les Beni-Khalfoun. Pendant la période 1892-1895, les oscillations s'amoindrissent, mais elles vont encore de

19,4 chez les Beni-Khalfoun à 31,3 chez les Bou Derbala. Pendant la période 1888-1891, elle oscille de 19,4 à 26,1, les deux années extrêmes.

Nuptialité. — On hésiterait davantage à attribuer ces brusques variations de la natalité et de la mortalité à des omissions dans les déclarations, si elles n'étaient absolument certaines en ce qui concerne les mariages. Pendant la période 1884-1887, les déclarations avaient été nombreuses, Elles donnaient pour l'ensemble de la commune une nuptialité de 8,5 qui s'élevait à 10,2 chez les Ammals et 10,9 chez les Bou Derbala et les Beni-Khalfoun. Ces résultats se rapprochaient des hautes nuptialités que j'ai constatées dans l'ensemble de la population musulmane. Toutefois, dans cette période même, d'autres sections, telles que les Guerrouma, n'annonçaient que 5 mariages pour 1.000 habitants.

Pendant la période 1892-1895, les mêmes Guerrouma, pour une population de 5.546 habitants, n'accusent plus que, en chiffres absolus, 10 mariages et pas un seul divorce ; les Bou Keram, leurs voisins, n'ont ni un divorce ni un mariage, Il est évident que le mot d'ordre a été donné dans toutes les sections de ne plus déclarer ni mariages ni divorces.

Cette résistance muette à l'administration française a dû prendre naissance chez les Bou Kéram, se propager chez les Guerrouma, pour gagner peu à peu les Herchoua, les Beni bel Hacen, les Beni Maaned et les Sanhadja, c'est-à-dire tout le sud de la commune. Les Bou Derbala doivent sans doute les chiffres, toujours relativement élevés de leurs actes d'état-civil, à des déclarations moins incomplètes.

Fréquence des divorces et fécondité des mariages. — Quand les chiffres absolus des mariages sont aussi évidemment faux, il serait puéril d'attacher la moindre importance à la proportion des divorces et à la fécondité des mariages qui ne peuvent être que fausses également. Aussi bien, le nombre des naissances pour un mariage dans la commune entière varie de 2,2 en 1891 à 18,0 en 1890 ! Inutile d'insister.

BISKRA

Les documents concernant Palestro sont en partie passables, en partie douteux et en partie évidemment mauvais. Ceux qui concernent Biskra sont tous détestables. Sans doute, les indigènes sont difficiles

à administrer, mais cette difficulté sert d'excuse à toutes les négligences et à toutes les erreurs des fonctionnaires.

D'après la comparaison des trois recensements de 1881, 1886 et 1891, le nombre des indigènes serait en progrès rapide, ce qui ne peut être dû qu'à l'immigration : car, d'après les registres de l'état-civil, en 16 ans, de 1880 à 1895, les décès l'emporteraient sur les naissances de 1.338. De 1880 à 1885 la natalité aurait été de 32,2 et la mortalité de 54,4. De 1886 à 1890 la natalité aurait été de 40,8 et la mortalité de 43,6. Enfin, de 1891 à 1895, la natalité aurait été de 26,7 seulement et la mortalité de 49,5. A toutes les époques, la mortalité a donc dépassé la natalité, et Biskra est, comme du reste cela est généralement reconnu, un foyer d'appel pour les populations des autres oasis. Les oasis sont de moins en moins cultivées partout où, comme au Touat et dans l'extrême sud, notre protection ne s'exerce pas.

Les habitants sédentaires, désespérés par les pillages des nomades, remontent vers le nord. D'ailleurs, dans la plupart des oasis la vie est extrêmement pauvre, l'alimentation insuffisante. Partout où la France monte la garde, les razzia ne sont plus à craindre, mais la famine et la maladie subsistent et déciment la population. C'est ce qui a lieu à Biskra et ce qui explique la haute mortalité constatée. D'ailleurs, du 25 juin au 31 juillet 1893, le choléra a causé 93 décès d'indigènes et l'on m'a affirmé, qu'en outre, un grand nombre n'avaient pas été inscrits.

Les descriptions poétiques des oasis suivant lesquelles les légumes et les céréales croissent à l'ombre du figuier et de l'olivier qui prospèrent au-dessous des palmiers chargés de leurs dattes, sont d'un bel effet littéraire. La réalité est beaucoup moins riante : les maisons faites de petits blocs de boue grisâtre semblent des étables à moutons ; pour peu qu'il pleuve quelques jours de suite, elles menacent de s'effondrer et de se transformer en monticules de vase. Sur la route de Tougourt, on peut voir les ruines de tout un village dont les maisons fondirent comme du sucre en une seule nuit sous la pluie battante. Le sol des petits jardins, médiocrement cultivé, étant continuellement mouillé d'eau sale par l'irrigation et desséché par la chaleur, offre le type le mieux caractérisé des régions fiévreuses. Le microbe du paludisme, qui provient de la fermentation des détritus végétaux de toute sorte et des immondices, se développe surtout d'avril en septembre. Les indigènes ont, dans les oasis sahariennes, une morbidité et une mortalité supérieures à celles des Européens. L'infériorité de leur hygiène compense et au-delà l'immunité relative qu'ils peuvent devoir à l'acclimatement (Schirmer).

Les habitants du vieux Biskra sont, en grande partie, de petits propriétaires fort casaniers, cultivant paresseusement leurs jardins et leurs palmiers sans sortir de chez eux. Mais un nombre, de plus en plus grand, sont de simples métayers, payant une redevance en nature au propriétaire musulman ou français.

Cette population, éparse sous l'ombre humide de ses palmiers, décroît rapidement. Elle ne serait plus que de 4.557 habitants en 1891, en diminution de plus de 500 sur 1886. Par contre, le nouveau Biskra, plus sain, aux rues droites, voit sa population musulmane augmenter par l'afflux des émigrants des autres oasis.

D'après le recensement de 1891, il n'y aurait pas un seul marié de moins de 19 ans accomplis, une seule mariée de moins de 15 ans. Il est possible que ce résultat soit conforme aux déclarations, mais il est bien certain qu'il n'est pas conforme à la réalité.

Pour les naissances et les divorces, il n'en a pas été déclaré avant le milieu de l'année 1893. S'il en a été ainsi dans beaucoup de circonscriptions algériennes, on se demande comment l'administration a fait pour établir les totaux de chiffres qui n'ont pu lui être fournis et qui n'existent pas.

III

L'étude qui précède, sur Palestro et Biskra, n'avait d'autre but que de préparer à faire utilement le commentaire des résultats généraux concernant les indigènes de l'Algérie entière, qui figurent au tableau A reproduit ci-dessus. Je ne referai point ici l'analyse de ce tableau qui a paru dans les *Bulletins de la Société d'Anthropologie*. Mais il est un certain nombre de remarques qu'il faut noter et que ne devront jamais oublier ceux qui voudront s'occuper de la démographie de tout ou partie de nos sujets musulmans.

1° *Valeur des documents.* — La méthode employée en Algérie pour remplir les feuilles de ménage, peut donner des résultats exacts; à condition que les recenseurs soient consciencieux et les indigènes suffisamment dociles. Il est probable que leur résistance, de moins en moins grande à une opération dont ils ont reconnu l'innocuité pour eux; a entraîné des déclarations de plus en plus complètes et que c'est la cause de l'augmentation considérable, mais purement apparente du nombre des musulmans algériens.

Comme ils font peu de cas des filles et qu'ils trouvent, au moins dans la classe riche, indiscrètes et choquantes les questions qu'on leur

adresse à ce sujet, il est toujours à craindre que, sur ce point, leurs déclarations à l'employé de la mairie pèchent par omission. « Si quelqu'un apprend la naissance d'une fille, dit le Coran (chap. XVI), la tristesse élève un nuage sur son front. Accablé de cette nouvelle, il se cache du peuple, incertain s'il n'outragera pas le messager ou ne le roulera pas dans la poussière. » Un sentiment aussi énergique et aussi universel, puisqu'il est propagé par la religion, peut déterminer également l'omission, dans les déclarations de naissances, d'un certain nombre de naissances féminines et contribue à expliquer l'énorme masculinité de 110,1, qui serait dès lors partiellement ou totalement fictive.

Dans la proportion des enfants de sexe féminin qui sont recensés et de ceux qui sont inscrits sur les registres de l'état-civil, il est donc probable qu'il y a inexactitude par omission, omission moindre chez les Kabiles, considérable chez les Arabes. En ce qui concerne la déclaration des mariages d'enfants, l'omission n'est pas seulement probable, elle est tout à fait certaine et proportionnellement beaucoup plus considérable.

« Le mariage musulman, dit M. Zeïs, est un contrat qui se noue et se dénoue par le seul consentement des parties, sans aucune intervention de la société ou de l'Eglise. » De même que chez nous promesse de vente vaut vente, chez les musulmans, promesse de mariage vaut mariage. D'autre part, le droit musulman permet de marier un enfant dès le berceau, pourvu que la consommation du mariage soit retardée jusqu'à la puberté. Les Musulmans n'ont jamais renoncé à pratiquer le mariage des impubères et souvent à le consommer sans attendre la puberté. Mais alors *les auteurs de ces attentats* sont poursuivis par les tribunaux. En prévision de cette circonstance, les administrateurs civils, voulant enlever autant que possible aux maris coupables l'excuse de mariage et leur en rendre la preuve moins facile, interdisent aux cadis de recevoir les déclarations de mariages d'enfants. Il n'en résulte pas qu'ils soient moins nombreux, mais simplement qu'ils ne sont pas déclarés aux recenseurs. C'est un point que le démographe ne doit pas oublier, sans quoi il s'exposerait à traiter d'erronées, sur la foi de documents inexacts, les impressions de ceux qui ont séjourné parmi les indigènes et connaissent leurs mœurs.

La loi musulmane ignorait l'institution des registres de l'état-civil.

Le gouvernement français a longtemps hésité à les imposer. C'est seulement en 1882 qu'ils sont devenus obligatoires.

A plusieurs reprises, en 1854 et en 1868, deux décrets avaient prescrit, en territoire civil, l'inscription des naissances et des décès des Musulmans sur des registres de l'état-civil. Cette prescription n'était d'abord appuyée d'aucune sanction et n'avait, par suite, donné que des résultats imparfaits. L'absence de noms patronymiques lui enlevait la plus grande partie de l'utilité qu'elle présente en France. Il n'était d'ailleurs point question des mariages et des divorces.

Le titre Ier de la loi du 23 mars 1882, règle la constitution de l'état-civil des Musulmans. Dans chaque commune ou section de commune, tous les indigènes durent être recensés. Puis, chaque chef de famille fut mis en demeure de se choisir un nom patronymique ou on lui en imposa un qui devint désormais obligatoire, sous peine d'amende, dans les actes de l'état-civil et les actes des officiers ministériels. Enfin, les déclarations de naissances, mariages, divorces et décès, furent exigées par la loi comme en droit français, à part le défaut de sanction en ce qui concerne les mariages et les divorces.

La loi de 1882 ne pouvait être appliquée simultanément dans toute l'Algérie. Applicable à partir de sa promulgation, dans le Tell seulement, elle fut étendue successivement aux autres parties de l'Algérie par des arrêtés du gouverneur. A la fin de 1892, le nombre des indigènes inscrits aux registres-matrices était de 1.981.286. Au 30 septembre 1893, 2.805.433 indigènes étaient pourvus de noms patronymiques et d'un état-civil. Il est vrai que dès 1888, un arrêté du gouverneur avait étendu aux parties du territoire militaire, délimitées en vertu du senatus-consulte de 1863, la réglementation de 1854 et de 1868. On voit, par ces explications, combien il est difficile que le total des naissances, mariages, divorces et décès des musulmans algériens ne comporte pas les plus graves inexactitudes. C'est d'hier seulement que la loi reçoit son exécution sur toute l'étendue du territoire. Encore doit-on tenir compte du parti pris de se refuser aux déclarations de mariages et de divorces qui s'est manifesté si énergiquement, ces dernières années, dans plusieurs sections de la commune de Palestro et qui n'est sans doute pas particulier à cette circonscription. Quand on se rappelle que, malgré cela, la nuptialité et la fréquence des divorces atteignent, dans l'ensemble, un taux très élevé, on ressent un doute invincible, non plus seulement sur l'exactitude, mais sur la sincérité même des chiffres livrés au public ; on ne peut s'empêcher de craindre qu'ils n'aient été majorés après coup, d'après les vraisemblances.

Du reste, le but a été atteint et la vraisemblance sauvegardée. Il

y a harmonie entre la haute nuptialité et l'extrême fréquence des divorces, harmonie d'autre part de ces deux phénomènes et ce que l'on sait de la facilité des musulmans à rompre et à contracter le mariage.

Le père marie sa fille vierge et dès le berceau, s'il le juge à propos, ou plus tard, mais sans jamais lui demander son consentement.

Les tribunaux français tendent à restreindre le droit du père musulman de marier sa fille contre sa volonté. Mais de l'avis de tous les juristes indigènes : « la vierge ne doit pas parler » quand il est question de son mariage. « Le consentement de la vierge, c'est le silence. » Si le mari que son père lui impose ne lui plait pas, elle ne doit le faire comprendre que par ses larmes.

Au contraire, la femme divorcée ou la veuve, qui sont en conséquence de leur divorce ou de leur veuvage rentrées sous la tutelle de leur père, ne peuvent être remariées sans qu'elles y consentent. L'orpheline vierge et sans tuteur testamentaire a pour tuteur le cadi. Elle ne peut, elle non plus, être mariée sans qu'elle y consente, ni avant l'âge de 10 ans. Par exception « elle parle ».

Par le contrat de mariage, le mari promet une dot à sa femme, mais, en réalité, c'est le père de la jeune femme qui la touche et se l'approprie. La femme, en retour, promet « son champ génital ». Le mari ne doit la dot entière et l'entretien à la femme qu'à partir du jour où il a pris possession de sa personne. La présence de témoins est indispensable au moment où les époux sont livrés à eux-mêmes « en état d'isolation ». La dot est donnée par le mari partie en contractant, partie après la consommation du mariage ou les présomptions qui en tiennent lieu.

Le mariage peut être rompu par la seule volonté du mari, sans qu'il ait à donner aucun motif. On en a vu répudier leur femme après une seule nuit, sans explication d'aucune sorte.

La femme répudiée doit rendre la dot dont elle a été payée et peut se remarier au bout de trois mois. Ses enfants, si elle en a, restent la propriété de leur père. En général, elle est bientôt mariée de nouveau, et c'est le second mari qui rembourse au père la dot que celui-ci a rendue au premier.

Le musulman peut avoir jusqu'à quatre femmes simultanément. Par suite du décès de quelqu'une d'elles ou de divorces, il n'est pas rare qu'un vieillard, surtout s'il est riche, ait contracté en sa vie huit ou dix mariages. L'élévation de la nuptialité est dès lors toute naturelle.

Les Kabiles sont presque tous monogames de fait. Il faut admettre, en conséquence, que la polygamie est très fréquente chez les Arabes

des villes et surtout chez les nomades, puisqu'ils fournissent, à eux seuls, les 15,4 mariés polygames qui existent en Algérie sur cent mariés de toute race. La polygamie a été considérée, par divers auteurs, comme une conséquence purement économique de l'absence de division du travail qui résulte de la vie nomade.

L'extrême dispersion de la population et la rareté des relations commerciales rendaient fatal le développement des industries ménagères exercées par les femmes qui, étant à peu près esclaves, devenaient inévitablement les épouses du propriétaire de la tente et des troupeaux.

Si cette manière de voir était fondée, par le seul progrès du commerce, la polygamie qui, étant donnée la proportion des deux sexes, est la forme la plus anti-démocratique et la plus irrationnelle de l'union conjugale, perdrait graduellement la faible raison d'être qu'elle peut encore avoir. En tous cas, ce n'est pas sur cette forme de la famille que l'on pourrait compter pour relever le niveau de la natalité chez un peuple où il serait descendu au-dessous du nécessaire.

En effet la fécondité du mariage polygame est très médiocre. Il est très probable que, dans deux ou trois décades, quand les démographes auront des documents sûrs et précis, ils constateront chez les pauvres kabiles monogames du Djurjura une natalité supérieure à celle des riches Arabes polygames des hauts plateaux. « Les Turcs, remarque M. Elisée Reclus, ne forment pas la dixième partie de la population de leur empire et cela malgré la suprématie politique et des millions de jeunes filles, originaires du Caucase et de la Grèce, qui sont venues augmenter la population apte à produire des naissances. Dans les harems où on les a enfermées, elles ont fort peu servi à la multiplication de la race. Le nombre des enfants vivants par famille est moindre chez les Turcs que chez les chrétiens et le nombre des décès est regardé comme supérieur à celui des naissances, de sorte que leur nombre diminue en Europe. »

Chez tous les Musulmans, Kabiles, Arabes nomades, Maures ou Tunisiens, l'intention de restreindre la fécondité est très habituelle. Les témoignages à cet égard surabondent, ils l'avouent du reste avec ingénuité. Ce qui leur manque seulement, c'est la connaissance de moyens préventifs efficaces. S'ils l'avaient, il est probable qu'ils s'en serviraient assez fréquemment pour arrêter l'essor de la population et peut-être amener sa décadence.

Quant aux causes de cette volonté, elles résident dans le désir d'échapper aux soins et aux charges qu'entraîne l'éducation des enfants. En effet, si un musulman se marie trois fois seulement, ce qui est

peu pour lui, et s'il a trois enfants de chacune de ses femmes, cela ne donne encore que trois naissances pour un mariage, moyenne considérée comme faible chez les nations européennes. Cependant, il aura neuf enfants pour lui seul, ce qui, même chez un musulman polygame, c'est-à-dire relativement riche, doit être considéré comme une charge considérable.

S'il se marie en sa vie entière huit ou dix fois, ce qui est exceptionnel, mais nullement rare, une fécondité moyenne de trois enfants par mariage lui imposerait d'élever vingt-quatre ou trente enfants. Bien que au milieu des steppes et sous la tente une bouche de plus à nourrir compte peu, cela constituerait un fardeau intolérable. Il en est délivré soit par les entraves apportées à la conception, soit par la mort pendant la vie fœtale ou dans les premiers jours qui suivent la naissance.

La précocité des mariages, la polygamie et la fréquence des divorces sont les trois caractères distinctifs de l'union conjugale chez les Musulmans. Toutefois, si le divorce est à peu près également répandu dans toutes les classes, la polygamie et la précocité, étant affaire d'argent, sont surtout fréquentes dans les classes supérieures, chez les chefs, tandis que l'individu pauvre ne peut dès l'adolescence amasser la somme nécessaire pour payer la dot d'une femme et fournir aux dépenses d'un ménage.

La précocité du mariage jointe à son universalité offre un grand avantage social, celui d'empêcher le développement de la natalité naturelle. Si fréquente en Europe et dans certains cantons français, elle n'existe pour ainsi dire point chez les Musulmans.

Mais cette précocité présente en revanche de graves inconvénients. L'abus prématuré des plaisirs sexuels étant comme on sait très préjudiciable au développement physique, à l'énergie du caractère et à l'activité cérébrale, la pratique du mariage précoce est peut-être une des causes principales de l'apathie, de l'inactivité intellectuelle des musulmans. Elle serait sans aucun doute grandement favorisée dans cette mauvaise œuvre par le fanatisme religieux. Mais il faut réfléchir que les peuples font leurs religions ce qu'elles sont. L'Islam, momentanément tolérant et ami des lumières à Cordoue le fût peut-être resté si de mauvaises influences n'eussent déprimé la virilité intellectuelle ; les doctrines se fussent assouplies, comme elles le font toujours en pareil cas pour s'accommoder au temps et aux hommes. Fussent-elles demeurées aussi obscurantistes qu'elles le sont actuellement elles eussent moins complètement triomphé de l'esprit d'examen, si la vie mentale plus complètement développée avait gardé plus d'élas-

ticité et d'activité spontanées. Les peuples de civilisation occidentale étaient aux prises eux aussi avec une religion fort intolérante; mais le mariage tardif, postérieur à l'achèvement de la croissance, s'est joint chez eux à l'action du climat pour permettre la victoire par le progrès de l'énergie et de l'indépendance individuelle.

Dans le courant du siècle prochain la sociologie sera certainement en mesure de juger d'après ses résultats, non seulement le mariage arien que seul nous connaissons à cette heure, mais encore le mariage musulman, le mariage japonais et le mariage chinois. Alors elle sera en état de chercher utilement la solution de l'un des plus graves problèmes de la démographie rationnelle : à quel âge pour le plus grand bien de l'individu et de la société est-il désirable que le mariage soit contracté.

Quant à présent on ne peut guère que poser la question et signaler son intérêt. Il faut ajouter cependant que les administrateurs civils algériens disant : « Nous ne voulons pas de mariage d'enfants ! » dépassent absolument leur droit : car la loi est formelle en faveur des indigènes. Leur malveillance n'empêche pas ces mariages de se célébrer ; mais elle a le triple inconvénient de mécontenter les musulmans, de les empêcher de faire la déclaration des mariages d'enfants et de les porter en outre à omettre même la déclaration des mariages d'adultes. La France se doit à elle-même de réprimer sur ce point comme sur plusieurs autres la tyrannie de l'administration.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Le voyage que j'ai fait en Algérie a eu cette utilité de me fournir l'explication de phénomènes démographiques qui sont faciles à constater dans les statistiques officielles ; mais qui autrement restaient inexpliqués, ou dont la véritable portée m'échappait.

1° Les chiffres donnés par les recensements sont plus sûrs que ceux qui concernent le mouvement de la population, contrairement à ce qui a lieu en France.

2° L'accroissement énorme de la population musulmane dans les quinze années écoulées de 1881 à 1896 et qui s'élève à 907.051 habitants seulement pour les sujets français, outre 17.832 musulmans qui sont sujets marocains et tunisiens, tient sans doute à des recensements de mieux en mieux faits : mais il tient très probablement aussi à l'excès des naissances sur les décès.

3° Un grand nombre de naissances, de mariages, de divorces ne sont pas déclarés. Les omissions sont probablement moindres en ce qui concerne les décès. De là résulte que l'excès des naissances sur les décès est plus grand en réalité qu'il ne paraît d'après l'inspection des seuls documents officiels.

4° La contradiction existant entre les impressions des voyageurs et les documents officiels en ce qui concerne la précocité des mariages est résolue en faveur des premiers. Les mariages d'enfants existent toujours, seulement ils ne sont pas déclarés et on n'en sait pas le nombre.

5° La fréquence extrême des divorces reste un fait acquis ainsi que la médiocre ou faible fécondité du mariage musulman. Ce sont les deux traits les plus saillants de la démographie des indigènes de l'Algérie.

6° Un autre fait désormais hors de doute en dépit des incertitudes provenant tant de l'imperfection des anciens recensements que des omissions dans la déclaration des naissances et des décès, c'est que le nombre des Musulmans augmente. En 1896, ils étaient, en comptant les sujets tunisiens et marocains, 3.775.749 sur le territoire de l'Algérie. Si l'on y ajoute la population musulmane de la Tunisie qui n'a encore été l'objet d'aucun recensement, mais que l'on évalue à seize ou dix-huit cent mille individus, on trouve depuis les Syrtes jusqu'à la frontière du Maroc un total de cinq millions et demi de Musulmans.

Il y a quinze ou vingt ans seulement, il était généralement admis que les populations musulmanes étaient en rapide décroissance et jusqu'à ce jour on a souvent raisonné sur cette donnée comme si elle était vraie.

On est parti de là pour prédire l'extinction progressive des Musulmans et proposer leur refoulement dans le désert ou leur transportation sur le Niger. Ce sont des idées auxquelles désormais il faut absolument renoncer. Parmi les nombreuses races qui peuplent la Mauritanie française, il est possible que les unes s'éteignent lentement tandis que les autres sont en progrès rapides ; mais dans leur ensemble elles présentent une vitalité suffisante pour qu'au lieu de compter sur leur extinction on doive s'attendre à leur augmentation. La disparition des guerres privées et des pillages séculaires, la situation de race socialement subalternisée, enfin l'amélioration de la situation économique sont des conditions fort propres à produire ce résultat.

Leur nombre et leur densité, étant données l'étendue et les ressources du territoire, pourraient certainement quadrupler en un siècle. Il y a certainement une place suffisante et pour leur accroissement et pour une nombreuse population d'alluvions empruntée à tous les peuples du bassin de la Méditerranée. Rejetant également les projets d'expulsion ou d'assimilation des indigènes, il serait peut-être intéressant de poursuivre en Mauritanie une expérience de panmixie cosmopolite où l'onéreuse intervention militaire de la métropole deviendrait de moins en moins nécessaire à mesure que les divers éléments ethniques se feraient un plus complet équilibre.

Quoi qu'il en soit, l'œuvre dont les pages précédentes forment une ébauche peut-être prématurée, devra être reprise et poursuivie avec des documents plus parfaits et plus détaillés. Surveiller attentivement les mouvements de croissance et de décroissance des nombreuses races de la Mauritanie est un rôle qui incombe à la démographie et qui n'est pas moins indispensable à la politique que profitable à la science.

MM. Ch. CHOPINET et Em. LÉVÊQUE

Médecins-Majors de 1re classe.

DU RECRUTEMENT DANS LE DÉPARTEMENT DES LANDES ÉTUDES SUR LA POPULATION LANDAISE

[311 (44.77)]

— Séance du 6 août 1897 —

S'il est en France un pays peu connu, malgré les facilités d'accès qu'il présente, c'est assurément le département des Landes. Sur la foi des géographes on se le représente volontiers comme un immense désert où, suivant l'expression de Malte-Brun, « de vastes plaines de sable fatiguent la vue par leur uniformité qu'interrompent des étangs, des marais, des bruyères et, de loin en loin, quelques pâturages, des champs et des pins plus ou moins clairsemés ».

« Les paysans, ajoutait Malte-Brun, vivent dans des cabanes isolées : le chef de famille s'occupe de la culture et de tous les travaux rustiques, tandis que les jeunes gens vont à dix lieues à la ronde faire du charbon dans les forêts ou mener paître les troupeaux.

« Il semble que toute la population soit nomade ; on dirait qu'elle est prête à quitter un sol ingrat : la sobriété si naturelle à ces habitants, la vitesse avec laquelle, à l'aide de longues échasses, ils parcourent leurs déserts, leur en offrent la facilité ; mais l'amour du pays est là pour les retenir. »

Cette description du pays landais et des habitants est aujourd'hui presque classique, malgré son ancienneté, et on en trouve le reflet jusque dans les ouvrages les plus récents. Beaucoup de personnes se figurent encore que les Landais, ces « Bédouins de l'Aquitaine », sont montés sur des échasses, et un géographe éminent, Elisée Reclus, ne craignait pas d'affirmer en 1877 que, « dans certaines régions des Landes, les vieillards, les enfants, les femmes emploient tous ce mode de locomotion, si utile pour parcourir impunément les flaques, les marais et les tourbes ».

Notre but n'est pas de redresser aujourd'hui toutes ces erreurs, mais d'étudier, particulièrement au point de vue du recrutement de l'armée, cette population du département des Landes si méconnue, et pourtant si remarquable par des qualités militaires de premier ordre, nous voulons dire la résistance aux privations et à la fatigue, et une vigueur physique peu en rapport avec le faible développement musculaire des individus.

Nous aurons ainsi l'occasion de comparer entre eux les contingents fournis par les différents cantons du département, de faire de précieuses observations sur la distribution géographique de certaines infirmités, et, par suite, de jeter les premiers fondements d'un travail de géographie médicale qui n'a jamais été tenté dans ce pays, faute de documents suffisamment précis.

Pour donner à notre étude une base solide, nous avons relevé, avec soin, les causes d'exemption du service militaire dans les vingt classes appelées sous les drapeaux de 1873 à 1892. Nous avons également consulté les procès-verbaux des séances du conseil de révision des Landes pour les années comprises entre 1856 et 1870.

Mais ces derniers documents se rapportant à une époque où une portion seulement du contingent était examinée, n'offrent qu'un intérêt restreint et ne nous ont fourni que des renseignements de peu de valeur.

TOPOGRAPHIE, GÉOLOGIE, CLIMATOLOGIE

Topographie. — Le département des Landes, situé dans la région sud-ouest de la France et contigu à l'Océan par son côté occidental, doit son nom à des plaines sablonneuses et marécageuses qui occupaient jadis les 3/5 environ de son territoire. Ces plaines, appelées lannes ou landes, ont été totalement transformées dans le cours des 35 dernières années par suite de défrichement, du dessèchement des marais, des progrès de la culture, et surtout de la plantation d'immenses forêts de pins. On peut dire aujourd'hui que les landes et les marais ont presque totalement disparu, et que la dénomination officielle attribuée au département est actuellement injustifiée et trompeuse. En effet, il subsiste à peine 10.000 hectares de landes sur une superficie de 932.131 hectares.

Ce département se compose de deux régions parfaitement distinctes, séparées par l'Adour : la vaste plaine sablonneuse *des Landes* et les massifs avancés du Béarn constituant *la Chalosse*.

Les Landes qui forment la majeure partie du département, sont rapportées par les géologues à l'étage supérieur du terrain tertiaire, ou pliocène ; il est admis qu'elles correspondent à un ancien lit de mer qui aurait eu pour rivages les collines de l'Armagnac et celles de la Chalosse. Les masses sableuses qui occupent cette vaste surface et dont l'épaisseur serait, d'après Dufrénoy, d'une vingtaine de mètres, sont formées de grains quartzeux arrondis, blancs ou jaunâtres, déposés en lits assez régulièrement stratifiés et renfermant par places des dépôts argileux, des lignites, des silex et des grès à ciment ferrugineux.

A une profondeur moyenne de $0^m,30$ à $1^m,50$, on trouve un banc à peu près régulier et absolument imperméable, d'un grès plus ou moins compact, connu dans le pays sous le nom d'alios. Ce serait, d'après de Lapparent, une formation contemporaine, due à des infiltrations de matières organiques venues de la surface du sol ; ces matières, entraînées par dissolution, se concentreraient en été, par évaporation de la nappe souterraine d'infiltration, à un niveau à peu près constant ; à mesure que la nappe baisse, les éléments se déposent au milieu du sable et lui servent de ciment.

Le banc d'alios ainsi constitué peut contenir une assez forte proportion de fer et acquiert parfois la dureté d'un minerai de ce métal.

Presque toujours d'autant plus dur qu'il est moins épais, d'une imperméabilité comparable à celle d'une assise rocheuse, il s'oppose à tout

échange de gaz et d'humidité entre les couches de sable qu'il recouvre et celles qui lui sont superposées. Retenues à la surface du sol par cette couche continue, les eaux pluviales transformaient jadis l'immense plaine des Landes en un marécage presque impraticable qui, pendant l'été, devenait un foyer d'émanations palustres.

Cette situation a heureusement changé par suite des travaux de drainage entrepris dès le commencement du siècle et qui, depuis 1860, ont été poussés avec la plus grande activité. Le pays a été sillonné d'un vaste réseau de fossés d'écoulement qui portent le trop-plein des eaux, soit aux ruisseaux de l'intérieur, soit aux étangs du littoral. Les marais ont peu à peu disparu, cédant la place à des plantations de pins qui ont transformé les Landes en une immense forêt, toujours verte, dont la beauté sévère ne peut être niée.

La région des Landes se subdivise elle-même en deux territoires distincts :

1° La grande et la petite lande, composées des cantons de Pissos, Sore, Sabres, Labrit, Roquefort, Gabarret, Mont-de-Marsan, Tartas, Morcenx ;

2° La zone littorale, large en moyenne de 30 kilomètres, formée par le Seignaux et la Maremne au sud (cantons de Saint-Martin-de-Seignaux et Saint-Vincent-de-Tyrosse), au centre par le Marensin (Castets, Soustons), enfin, au nord, le Born (Mimizan, Parentis).

Dans la grande et la petite lande règne presque exclusivement le sable pur, absolument dépourvu de chaux ; au voisinage de l'Adour, l'argile apparaît en proportion croissante à mesure qu'on se rapproche du fleuve, et, en même temps, la fertilité du sol augmente.

Dans la zone littorale, le sable carbonaté domine au nord, tandis qu'au sud apparaissent les terrains de l'époque tertiaire qui constituent les coteaux de la Chalosse. Cette zone est caractérisée par la présence de dunes formant, le long de la côte, de longs cordons parallèles et de vastes étangs qui, d'après Elisée Reclus, seraient d'anciennes baies de l'Océan, séparées de la mer par un bourrelet de sable.

Ces dunes étaient encore mouvantes au siècle dernier et firent longtemps peser sur le pays la menace d'une ruine complète ; elles s'avançaient vers l'intérieur, de 20 à 25 mètres par an, engloutissant sous leur masse villages et champs cultivés, repoussant les étangs dont elles élevaient peu à peu le niveau, comblant leurs ruisseaux de décharge et provoquant ainsi de subites inondations qui forçaient la population entière à se transporter sur le rivage pour ouvrir une issue aux eaux.

Tous ces dangers sont aujourd'hui conjurés : les dunes (35.000 hectares) ont été fixées par de grandes plantations de pins, plusieurs étangs ont été desséchés, conquis à la culture, et les autres sont l'objet de travaux ayant pour but d'abaisser leur niveau et de diminuer leur étendue.

La partie la plus méridionale du département est constituée par *la Chalosse* comprise tout entière dans la demi-circonférence décrite par l'Adour, entre la ville d'Aire et les gaves réunis de Pau et d'Oloron ; elle correspond à peu près à la cinquième partie du département. La Chalosse, par son aspect riant et sa fertilité, contraste d'une manière absolue avec le pays des Landes. Ici, la montagne succède brusquement à la plaine infinie. Ses niveaux les plus élevés ne dépassent pas 220 mètres ; mais déjà de profondes vallées, des coteaux escarpés accusent le voisinage d'un puissant massif. Çà et là, se voient encore quelques bois de pins, quelques landes dont la charrue diminue chaque jour la surface. Partout ailleurs, la terre est couverte de vignobles, de froments, de maïs, de fourrages, de bouquets d'arbres, et c'est avec un véritable enchantement que, pendant la belle saison, le voyageur arrivant de la grande lande parcourt cette contrée où la vue se repose sur de charmants paysages, tandis que, au loin, elle est éblouie par le magnifique spectacle des Pyrénées couvertes de neiges.

Géologie. — Le département des Landes appartient tout entier à l'ère tertiaire ; dans le nord règnent exclusivement les sables des Landes dont nous avons décrit plus haut les principaux caractères. Au-dessous de ces sables s'étend un banc immense de calcaire coquillier de l'époque miocène alternant avec des faluns qui se montrent à nu sur plusieurs points, notamment à Saint-Avit et à Gabarret.

Au sud, c'est-à-dire dans la Chalosse, le terrain miocène forme de puissantes assises. Il est représenté successivement par ses trois étages : *lenghien* ou inférieur, dans la partie orientale de la Chalosse ou Tursan ; *helvétien* ou moyen, dans toute la région qui s'étend des limites du Tursan à la Maremne ; et enfin *tortonien* ou étage supérieur, qui s'observe surtout dans la Maremne (Saubrigues, Saint-Jean-de-Marsacq). Cette succession régulière des étages du miocène, de l'est à l'ouest, dans la Chalosse et la Maremne, n'est interrompue que par la présence d'un vaste îlot de terrain crétacé, dans le canton de Saint-Sever, et de pointements ophitiques dans les cantons d'Amou et de Dax ; là, comme partout dans les Pyrénées, on voit les gisements d'ophite accompagnés de bancs de sel et de gypse.

Climatologie. — Malgré la vaste étendue du département et les différences d'aspect et de configuration que présentent ses trois grandes divisions naturelles, la Lande, la zone littorale et la Chalosse, le climat des Landes ne varie pas sensiblement d'une extrémité à l'autre du département. Cette uniformité est due principalement à la pente régulière du sol qui s'abaisse graduellement du sud au nord, compensant ainsi, par la diminution de l'altitude, le refroidissement qui devrait être la conséquence de l'augmentation de la latitude. Le climat des Landes est doux et généralement humide, en raison du voisinage de la mer ; les hivers sont brumeux et rarement froids ; les printemps sont souvent pluvieux ; les étés chauds, les automnes ordinairement admirables.

Le soleil du Midi ne brille pas dans les Landes du même éclat que dans la Provence et le Bas-Languedoc ; les belles journées d'hiver y sont plus rares, mais les chaleurs de l'été sont moins torrides. La température moyenne est de + 12° ; le thermomètre ne dépasse presque jamais + 35° et descend rarement au-dessous de — 10°.

La hauteur annuelle de pluie dépasse fréquemment 1m,20 au bord de la mer ; elle diminue assez rapidement, à mesure qu'on s'éloigne du littoral. Pour le département, la moyenne des treize dernières années a été de 1m,13.

Les vents prédominants sont ceux de l'ouest, puis ceux du sud-est et de l'est.

POPULATION

La population des Landes d'après le recensement de 1891 est de 297.842 habitants distribués ainsi, suivant les arrondissements :

Mont-de-Marsan	109.056
Dax	108.801
Saint-Sever	79.985
Total	297.842

Elle a diminué de 5.271 habitants depuis 1859, époque à laquelle elle a atteint le chiffre de 303.113 habitants, répartis comme il suit :

Mont-de-Marsan	106.543
Dax	106.975
Saint-Sever	89.595
Total	303.113

Le département n'échappe donc pas à la dépopulation, ce fléau qui sévit sur la plus grande partie de la France et menace de saper la meilleure garantie de la grandeur nationale, le recrutement de l'armée. S'il est vrai que le mal respecte les deux arrondissements les plus étendus, on constate du moins qu'il n'en est que plus profond dans celui de Saint-Sever, comprenant la Chalosse ; presque tout cet arrondissement a perdu, en 32 ans, près de 10.000 habitants (exactement 9.610).

Les différences observées dans le mouvement de la population sur les deux rives de l'Adour peuvent s'expliquer, dans une certaine mesure, par les conditions tout opposées où vivent les habitants de la Chalosse et ceux de la Lande.

Ici, le pin donne aux propriétaires et aux paysans un revenu modique, mais régulier ; les familles peuvent s'accroître ; il y a du travail pour tous, et, pour chacun, un salaire suffisant.

D'ailleurs la lande recule sans cesse devant les progrès de la forêt ; la résine se récolte en abondance, les coupes de bois se multiplient là où, naguère, s'étendaient de vastes marécages qui entretenaient la malaria et nuisaient au développement de l'espèce humaine.

Dans la Chalosse au contraire, pays essentiellement agricole, la concurrence étrangère, les maladies de la vigne, etc., rendent chaque jour aux habitants l'existence plus difficile. De là, la restriction volontaire du nombre des enfants, l'émigration vers les villes, et, comme résultat, le dépeuplement des campagnes.

DISTRIBUTION DE LA POPULATION

Le département des Landes, un des plus vastes de France (le deuxième), est également un de ceux où la population est le plus clairsemée. Il y a par kilomètre carré 32 habitants, alors que la moyenne, pour l'ensemble du territoire français, est de 70. Les cantons de la Chalosse sont les plus populeux, comme il ressort du tableau suivant *(tableau A)* :

ORIGINE ET CARACTÈRES GÉNÉRAUX DE LA POPULATION LANDAISE

On est peu fixé sur les origines de la population landaise. D'après l'opinion généralement admise, elle descend de la race ibérienne qui pendant la suite des siècles, a subi de nombreux mélanges avec les

TABLEAU A

CLASSEMENT d'après la densité de la population	CANTONS	POPULATION	SUPERFICIE en kilomètres carrés	NOMBRE d'habitants par kilomètre carré
1	Montfort	13.931	182 50	76.3
2	Dax	26.454	358 28	73.8
3	Mugron	9.226	128 86	71.51
4	Peyrehorade	12.363	178 36	69.36
5	Pouillon	13.914	211 47	65.7
6	Amou	11.573	186 69	61.9
7	St-Sever	13.958	227 82	61.2
8	St-Martin-de-Seignaux	8.972	150 30	59.6
9	Hagetmau	11.151	192 20	58.0
10	Aire	10.648	203 64	52.2
11	St-Vincent-de-Tyrosse	10.810	214 82	50.3
12	Mont-de-Marsan	21.148	434 76	48.6
13	Villeneuve	9.499	213 53	44.4
14	Geaune	7.645	173 05	44.1
15	Tartas-Est	7.281	168 11	43.3
16	Grenade	7.201	168 56	42.7
17	Soustons	11.373	383 33	29.6
18	Tartas-Ouest	11.989	431 16	27 8
19	Gabarret	8.681	439 39	19.7
20	Morcenx	10.153	521 44	19 45
21	Roquefort	12.783	657 47	19.44
22	Castets	11.814	610 13	19.36
23	Labrit	6.371	378 41	17.1
24	Mimizan	6.130	359 62	17.0
25	Pissos	6.057	401 81	15.0
26	Sabres	8.540	680 33	12.5
27	Sore	4.490	417 35	10.78
28	Parentis	6.988	650 92	10.73

Celtes et les Ligures. Les Romains, les Doriens et les Arabes ont également contribué à modifier le type primitif de la race. Les premiers, d'après certains observateurs, auraient laissé, à Dax et aux environs, des traces profondes de leur séjour : « Ici, a écrit un archéologue distingué, on se sent en pays romain fortement greffé sur le pays gaulois..... En voyant ces fronts fermes, ces nez droits, légèrement aquilins, le maxillaire inférieur largement dessiné, ce menton arrondi qui dénote la force et la fermeté, il nous semble voir Nerva, Philippe père ou l'un des Constantins. ».(1).

A la vérité, ce type se retrouve fréquemment dans les pays basques où l'on ne peut invoquer une origine étrangère, mais il est peu répandu dans la région de Dax. Ayant eu l'occasion de parcourir cette ville un samedi, à l'heure la plus animée du marché, nous n'avons pu rencontrer un seul spécimen de ce profil, de ce facies romain si bien décrit par M. de Chasteigner.

Nous croyons, d'ailleurs, que les dissemblances signalées par tous les observateurs entre les différents groupes de population du département, dépendent plutôt de la variété des conditions de milieu que de la diversité d'origine.

Les habitants de la Lande, et notamment les Lanusquets, les Parents, qui occupent le nord et le nord-ouest sont généralement petits, maigres, d'aspect chétif ; ils doivent ces caractères physiques à un long passé de misère et de souffrances qui a profondément imprimé son cachet à la race. La malaria et la pellagre, qui, naguère, les décimaient, ont presque entièrement disparu, par suite de l'assèchement des marais, de la mise en culture du sol, de l'augmentation de la fortune publique et du bien-être général. Mais de longues années seront nécessaires pour effacer les traces laissées par ces deux endémies, relever le niveau de la taille et modifier profondément, en l'améliorant, le type de la population.

Les habitants de la Chalosse se distinguent des Landais proprement dits par une taille plus élevée, des épaules plus larges, un système musculaire plus développé. Ils sont comme l'image de la riche et belle nature qui les entoure ; la terre leur a toujours fourni en abondance ce qui fait une race forte, la viande, les céréales et, par surcroît, le vin qui stimule et tonifie. Ainsi s'est constituée une population saine et robuste, très supérieure à celle de la Lande, et qui, selon toute probabilité, conservera longtemps cet avantage.

(1) A. DE CHASTEIGNER : « Dax vu le samedi par un archéologue ». — *Bulletin de la Société Borda* 1876.

La population de la zone littorale est loin de former un tout homogène comme les deux autres groupes ; au nord, elle se rapproche beaucoup, par ses caractères physiques, de la race landaise proprement dite, tandis que, au sud, elle tend à se confondre avec la population de la Chalosse à laquelle elle emprunte ses qualités essentielles.

De même que le sol va en s'améliorant du nord au sud, de même on voit l'espèce humaine gagner en taille, vigueur physique, force musculaire, à mesure qu'on s'éloigne du Born pour se rapprocher de l'embouchure de l'Adour. Ce fait est un de ceux qui ressortent le plus nettement des observations que nous avons faites pendant nos tournées de révision dans le département.

DU RECRUTEMENT DANS LE DÉPARTEMENT DES LANDES

Nous avons pris pour base de cette étude les comptes rendus et relevés statistiques du recrutement pour les vingt années qui ont suivi la promulgation de la loi du 27 juillet 1872.

Depuis le jour où celle-ci a été mise en vigueur, tous les jeunes gens, sans exception, sont examinés devant les conseils de révision et il est possible de juger de la valeur physique d'un contingent par l'inspection et la comparaison de tous ses éléments. En réunissant les résultats fournis par une période suffisamment longue, on se trouve en possession de documents dont la précision ne peut être surpassée par aucune autre source d'informations.

Toutefois, de réelles difficultés, dans cette étude, proviennent trop souvent de ce fait que certains départements appartiennent à deux subdivisions différentes. Les minutes du recrutement se trouvent ainsi réparties entre deux bureaux distincts et il n'est pas toujours possible de les consulter à loisir. Tel est le cas pour le département des Landes, qui comprend toute la subdivision de Mont-de-Marsan, mais qui se rattache également à la subdivision de Bayonne par les six cantons de Dax, Peyrehorade, Soustons, Saint-Martin, Saint-Vincent et Pouillon. Nous avons pu, néanmoins, triompher de la plupart de ces difficultés en utilisant les procès-verbaux des séances de révision déposés à la Préfecture et qui ont toujours été mis très gracieusement à notre disposition.

La période à laquelle se rapportent nos recherches, comprend les vingt années 1873-1892, correspondant aux classes 1872-1891. Pendant ces vingt années, le nombre total des inscrits sur les listes du tirage

TABLEAU B

N° d'ordre	CANTONS	PROPORTION des exemptés pour 1000 inscr.	N° d'ordre	CANTONS	PROPORTION des exemptés pour 1000 inscr.	N° d'ordre	COMMUNES	PROPORTION des exemptés pour 1000 inscr.
1	St-Vincent.....	165.9	10	Grenade.....	251.9	19	Geaune.....	281.2
2	St-Martin.....	193.2	11	Mimizan.....	253.3	20	Parentis.....	291.9
3	Peyrehorade.....	198.0	12	Castets.....	259.8	21	Pissos.....	292.9
4	Pouillon.....	222.2	13	Amou.....	260.8	22	Morcenx.....	294.2
5	Soustons.....	227 4	14	Villeneuve.....	263.1	23	Tartas-Est.....	302.9
6	Montfort.....	230.4	15	Hagetmau.....	263.9	24	Tartas-Ouest.....	304.4
7	Mugron.....	233.4	16	Sabres.....	264.7	25	Gabarret.....	304.9
8	St-Sever.....	241.2	17	Roquefort.....	265.2	26	Mont-de-Marsan.....	308.8
9	Dax.....	241.7	18	Aire.....	278.6	27	Sore.....	312.4
						28	Labrit.....	316.2

au sort a été de 55.220, ce qui porte à 2.761 la force moyenne du contingent fourni par le département.

La population totale des trois arrondissements ayant été, vers le milieu de cette époque, de 301.143 habitants (recensement de 1881), il s'ensuit que la proportion moyenne des inscrits pour 1.000 habitants est de 9,1. Le tableau C contient les indications du même ordre pour chaque canton en particulier.

Il ressort de l'examen de ce tableau que les cantons de la zone littorale sont ceux qui donnent les contingents les plus nombreux par rapport au chiffre de leur population. Viennent ensuite les cantons de la Grande et de la Petite Lande, puis ceux de la Chalosse, et

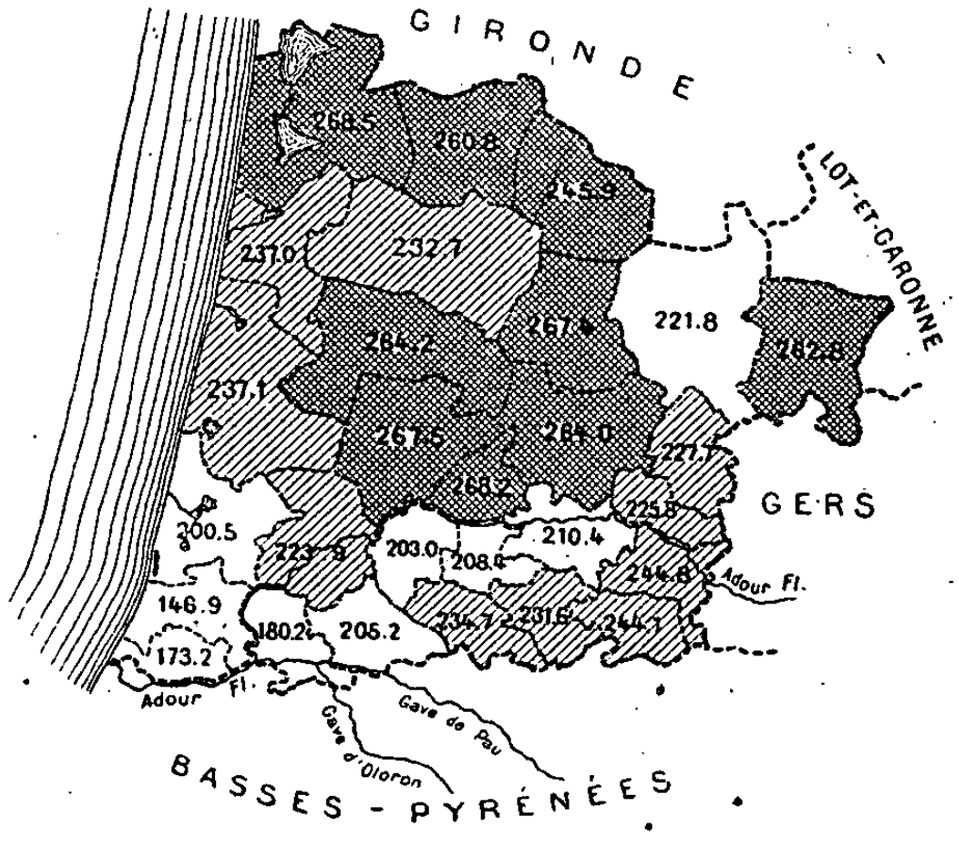


FIG. 1.

Répartition des exemptions sur 1.000 inscrits.

Cantons blancs : de 146 à 222 ; Cantons rayés : 223 à 245 ; Cantons quadrillés : 246 à 269.

enfin le canton de Mont-de-Marsan, dont nous aurons souvent à constater le classement défavorable.

Parmi les 55.220 jeunes gens du département inscrits sur les listes du tirage au sort de 1873 à 1892, 14.198 ont été exemptés du service actif, soit pour infirmités entraînant l'exemption complète, soit pour une défectuosité légère ayant motivé l'affectation aux services auxiliaires de l'armée. La proportion totale des exemptés a donc été de 257,1 pour 1.000 inscrits.

TABLEAU C — RÉSULTATS D'ENSEMBLE DU RECRUTEMENT DANS LES LANDES (Classes 1872-1891).

CANTONS	FORCE MOYENNE des Classes	MOYENNE des inscrits pour 1000 habitants	MOYENNE des ajournés pour 1000 inscrits	MOYENNE des exemptés pour 1000 inscrits	PROPORTION MOYENNE DES EXEMPTÉS POUR : CARIE dentaire	HERNIES	VARICES	VARICOCÈLE	GOITRE	MYOPIE	BÉGAIEMENT	MUTILATIONS des doigts	DÉFAUT de taille	PROPORTION des ILLETTRÉS pour 1.000 inscrits
St-Vincent-de-Tyrosse	110.3	10.20	10.6	146.9	1.8	22.2	9.9	0.9	0.45	2.7	1.8	3.1	19.0	18.0
St-Martin-de-Seignaux	94.9	10.5	10.3	173.2	1.5	21.5	18.9	2.6	»	1.5	5.2	7.9	20.0	15.8
Peyrehorade	109.5	8.8	13.0	180.2	2.2	24.6	11.4	1.8	»	5.4	3.6	8.2	17.7	16.9
Soustons	116.7	10.26	23.4	200.5	10.2	23.9	7.7	3.4	4.2	2.1	2.9	7.7	26.9	16.5
Montfort	125 8	9.03	15 9	203.0	2.3	31.3	21.05	4.3	1.19	4.3	7.5	7.5	27.4	19.4
Pouillon	123.3	8.8	14.6	205.2	1.6	28.3	23.5	2.4	0.81	3.2	4.0	6.0	17.3	18.1
Mugron	79 9	8.6	17.0	208.4	1.2	25.3	16.2	6.2	0.6	6.8	4.3	4.3	25.0	13.4
St-Sever	114.8	8.2	20.4	210 4	7.8	30.9	11.3	4.3	0.8	5.6	2.1	3.4	31.3	16.8
Roquefort	118.4	10.0	26.8	221.8	31.2	35.4	9.7	6.7	9.2	1.2	1.2	3.8	43.4	20.7
Dax	232.9	8.78	18.4	223.9	4.7	27.9	15.4	5.3	0.4	3.0	6.2	10.7	17.8	15.7
Grenade	63.1	8.67	21.0	225.8	8.7	35.6	3.9	11.9	0.7	3.1	1.5	5.5	26.1	22.9
Villeneuve	80.9	8.6	23.6	227.7	6.1	42.1	7.9	9.7	»	1.8	0.6	2.4	35.4	18.6
Hagetmau	91.1	8.1	22.4	231.6	0.5	26.8	12.6	3.8	2.1	6.0	2.1	8.2	32.3	15.1
Sabres	87.2	10.21	20.6	232.7	41.2	29.7	6.8	4.5	1.1	2.8	1.7	8.5	32.0	17.5
Amou	95.2	8.2	13.3	234.7	6.8	29.3	20.4	1.5	0.5	5.7	6.8	9.4	26.2	19.1
Mimizan	64.3	10.4	26.9	237.0	21.7	35.7	9.3	10.1	0.7	2 3	6.2	7.7	16.3	20.1
Castets	126.6	10.7	23.0	237.1	14.2	24.08	14 2	4.7	4.7	1.5	3.1	9.8	22.8	16.7
Geaune	66.5	8.6	23.3	244.1	3.07	36.8	15.3	8.2	1.5	5.2	3.7	2.2	36.8	15.6
Aire	88.6	8.3	24.1	244.8	6.7	40.04	12.9	9.7	3.9	3.9	»	5.0	33.8	16.5
Sore	42.0	9.3	28.8	245.9	29.7	24 9	9.5	2.3	1.1	1.1	3.5	17.8	66.5	18.2
Pissos	60.6	10.0	23.2	260.8	47.8	29.7	20.6	4.1	4.1	4.9	4.1	4.1	32.1	19.0
Gabarret	78.7	9.06	24.5	262.8	18.4	51.4	8.8	8.8	4.4	0.6	4.4	8.2	38.1	23.9
Mont-de-Marsan	164.0	7.7	24.1	264.0	30.4	66.5	9.1	2.7	3.9	3.0	4.2	3.0	44.8	18.8
Morcenx	99.7	9.82	26.5	264.2	29.0	38.5	7.0	5.1	5.0	4.0	4.5	4.0	30.0	20.5
Labrit	61.3	9.6	31.3	267.4	48.8	29.3	4.8	3.2	3.2	1.6	3.2	2.4	48.8	21.1
Tartas (Est)	69.1	9.4	26.9	267.5	31.0	30.3	20.9	5.7	5.0	2.2	2.8	8.6	35.5	19.7
Tartas (Ouest)	117.1	9.80	27.0	268.2	19.6	31.5	14.0	3.4	5.1	1.2	7.8	5.5	36.2	18.7
Parentis-en-Born	76.8	10.9	21.6	268.5	73.5	22.1	7.8	0.6	»	1.6	3.2	7.8	23.4	18.2

Cette proportion, qui varie singulièrement d'un canton à un autre, donne la mesure de l'aptitude militaire des différents groupes de population. A ce point de vue, les cantons se classent de la manière suivante (*tableau B*) :

Il y a lieu de remarquer que les exemptions du service actif ne sont pas toutes motivées par des infirmités et que le défaut de taille est une cause fréquente d'élimination. Or, l'insuffisance de la taille s'observe souvent chez des hommes d'ailleurs très vigoureux et ne saurait, par conséquent, être assimilée à une infirmité. Aussi est-il nécessaire, pour obtenir un classement rationnel des cantons, au point de vue de la valeur physique de leur contingent, de faire abstraction des exemptions motivées par le défaut de taille. Les cantons se rangent alors dans l'ordre indiqué par le *tableau C* et la *fig. 1*, qui se complètent mutuellement.

La supériorité des cantons du sud-ouest et, en général, de l'arrondissement de Dax, ressort nettement de ce classement. Les cantons de la Chalosse, faisant partie de l'arrondissement de Saint-Sever, tiennent, pour la plupart, un rang intermédiaire entre les meilleurs cantons de l'arrondissement de Dax et ceux de la Lande; ces derniers fournissent sans conteste les contingents les plus mauvais du département. Il y a lieu de noter l'infériorité marquée des deux cantons de Tartas qui forment, dans la Lande, une sorte d'enclave dépendant de l'arrondissement de Saint-Sever.

TAILLE

Pour étudier la taille humaine dans une région déterminée, deux méthodes essentiellement différentes peuvent être employées : l'une, qui consiste à relever soigneusement la taille de tous les conscrits examinés pendant une période plus ou moins longue, et à calculer la taille moyenne dans chaque canton et même dans chaque commune ; l'autre, qui prend pour base unique la proportion pour 1.000 des exemptions de taille dans chaque canton et confond dans une seule catégorie toutes les tailles supérieures à $1^m,54$. La première plus longue et laborieuse donne, en revanche, des renseignements précis sur le niveau moyen de la stature et sur le degré de fréquence des tailles qui s'écartent beaucoup de la moyenne, soit par excès, soit par défaut.

La deuxième méthode, simple et rapide, mais beaucoup moins précise, est incapable de fournir des indications absolues comme la précédente, mais donne cependant des résultats précieux qui ont toujours été utilisés avec fruit.

Il nous a paru intéressant de recourir à ces deux méthodes, afin de pouvoir en comparer les résultats et d'obtenir une solution plus complète de la question.

Ayant tout d'abord déterminé, dans chaque canton, la proportion moyenne des exemptions du service actif pour défaut de taille (tailles inférieures à $1^m,54$) nous avons obtenu un premier classement dont le tableau C contient les éléments.

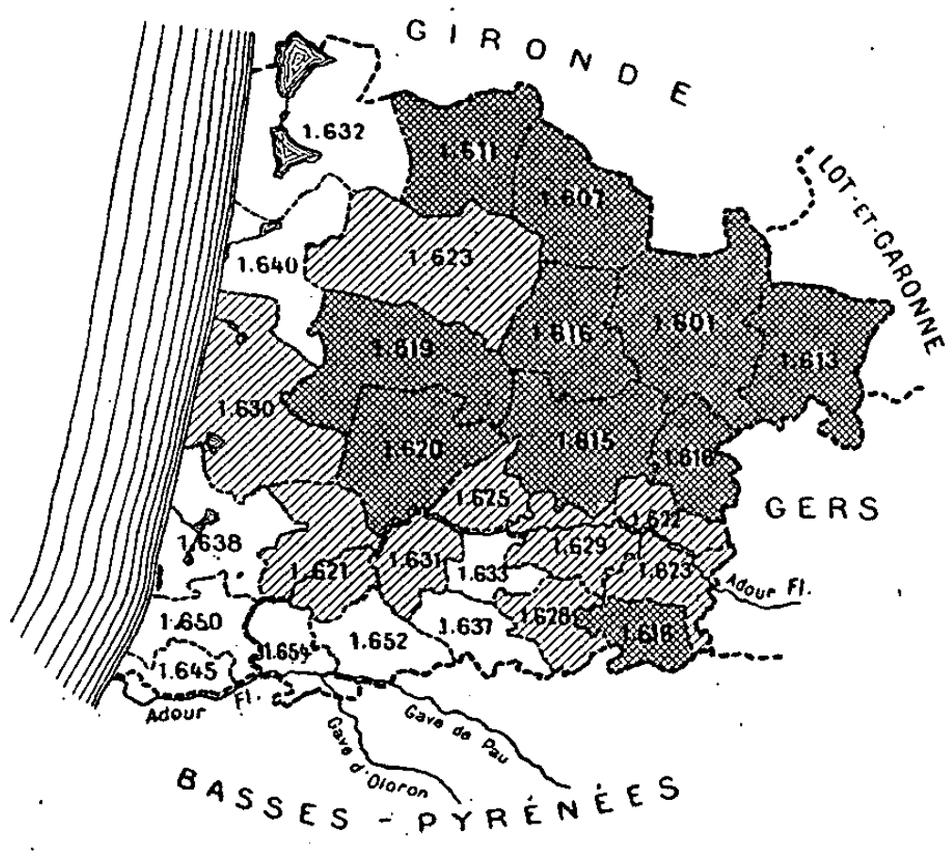


FIG. 2.

Tailles moyennes.

Cantons blancs : de $1^m\,654$ à $1^m\,633$; Cantons rayés : de $1^m\,632$ à $1^m\,621$;
Cantons quadrillés : de $1^m\,620$ à $1^m\,600$.

Nous avons ensuite cherché à déterminer la taille moyenne dans chaque canton par la méthode ordinaire des moyennes.

Pour cela, nous nous sommes placés dans les conditions d'un observateur qui verrait défiler devant lui plusieurs centaines de conscrits appartenant à un même canton et les mesurerait tous, sans exception, afin de calculer leur taille moyenne. Pour réaliser ces conditions, il nous a paru suffisant de réunir en un tableau toutes les tailles de 500 conscrits appartenant à plusieurs classes consécutives et d'en déduire la moyenne. En opérant ainsi dans chaque canton, nous sommes arrivés à un classement rationnel des cantons, mais qui ne diffère pas sensiblement de celui que nous avions obtenu par la première méthode.

Tableau D

Classement des cantons d'après l'ordre décroissant de la taille moyenne.

N° D'ORDRE	CANTONS	TAILLE MOYENNE	N° D'ORDRE	CANTONS	TAILLE MOYENNE
1	Peyrehorade	1.654	15	Aire	1.623
2	Pouillon	1.652	16	Sabres	1.623
3	Saint-Vincent	1.650	17	Grenade	1.622
4	Saint-Martin	1.645	18	Dax	1.621
5	Mimizan	1.640	19	Tartas-Ouest	1.620
6	Soustons	1.638	20	Morcenx	1.619
7	Amou	1.637	21	Geaune	1.616
8	Mugron	1.633	22	Labrit	1.616
9	Parentis	1.632	23	Villeneuve	1.616
10	Montfort	1.631	24	Mont-de-Marsan	1.615
11	Castets	1.630	25	Gabarret	1.613
12	Saint-Sever	1.629	26	Pissos	1.611
13	Hagetmau	1.628	27	Sore	1.607
14	Tartas-Est	1.625	28	Roquefort	1.601

D'après ce tableau, la taille moyenne des conscrits du département serait de 1m,641 ; pour les conscrits de la subdivision de Mont-de-Marsan, la taille s'abaisse à 1m,622 ; elle atteint 1m643 chez les conscrits du sud-ouest, originaires de la subdivision de Bayonne.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DE CERTAINES INFIRMITÉS AYANT MOTIVÉ L'EXEMPTION DU SERVICE MILITAIRE

L'analyse des documents du recrutement permet d'étudier la répartition, dans un pays, de certaines infirmités dont la fréquence ou la rareté constitue un caractère anthropologique important ou bien met en relief, soit l'insalubrité de certains milieux, soit l'heureuse influence des progrès de l'hygiène. C'est ainsi qu'il a été possible de faire ressortir, comme attributs de la race celtique, le bon état de la dentition, une immunité relative à l'égard des hernies, des varices, du varicocèle, et de reconnaître la prédisposition de la race kymro-celtique à la carie précoce des dents, aux hernies, aux varices, etc.

C'est ainsi que Baillarger et d'autres, après lui, ont pu se livrer à une enquête approfondie sur la situation dans les divers départements français de l'endémie crétino-goitreuse.

Nous croyons donc utile de faire connaître la répartition, dans le département des Landes, des principales infirmités constatées sur les conscrits des 20 classes 1872-1891.

La région qui a été le théâtre de nos observations, est trop limitée pour que nous croyions légitime de tirer de celles-ci des conclusions d'une portée générale. Nous nous bornerons à constater la prédominance de certaines infirmités dans tel ou tel point du département, au moyen de tableaux et de cartes qui rendront inutiles de longs développements.

Quand des études analogues auront été entreprises dans les départements voisins, peut-être auront-elles pour résultat de donner une signification plus précise aux données que nous avons réunies ; mais celles-ci sont les pièces authentiques d'une enquête patiente et consciencieuse et elles ne paraîtront pas dénuées d'intérêt à ceux qui estiment que les faits doivent être recueillis sans idées préconçues pour servir de base solide à la science.

Nous passerons donc successivement en revue les principales infirmités ayant motivé les éliminations du service actif, en indiquant, pour chaque canton, la proportion totale des hommes qui ont été, à ce titre, exemptés ou classés aux services auxiliaires. Tous ces cons-

crits présentant la même affection, à divers degrés, il y a tout avantage à les confondre dans une même catégorie d'exemptés, ce que nous avons fait dans les tableaux qui précèdent et ceux qui vont suivre. Nous renvoyons au tableau d'ensemble C le lecteur désireux de se rendre compte d'une manière précise de la distribution géographique des principales infirmités ayant motivé l'exemption.

CARIE DENTAIRE

Au point de vue de l'état de la dentition, il existe un contraste frappant entre le nord et le sud du département. Les dents sont en général excellentes dans la Chalosse et la Maremne, et, au contraire, très mauvaises dans la Lande et la partie nord de la zone littorale.

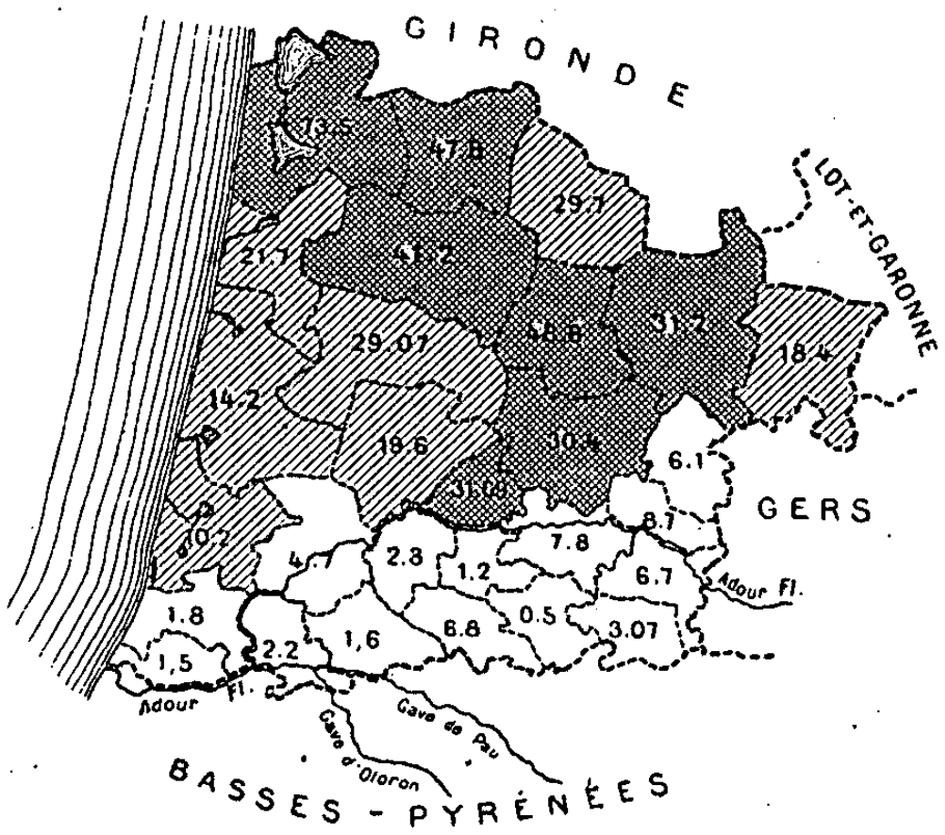


FIG. 3. — *Carie dentaire.*
Répartition des exemptions pour 1.000 inscrits.

Cantons blancs : de 0 à 10 ; Cantons rayés : de 11 à 30 ; Cantons quadrillés : de 31 à 74.

Si l'on s'en réfère au témoignage populaire, la carie précoce des dents serait due aux eaux de boisson, dont la qualité laisse, en effet, beaucoup à désirer, dans toute l'étendue de la lande. Les sources étant extrêmement rares dans cette région, les habitants consomment presque exclusivement l'eau de la nappe souterraine, située à une faible profondeur sous l'alios. Elle a été placée par Fauré dans la classe des eaux aliotiques

alumineuses. Sa couleur jaunâtre rappelle le marécage ; glaciale en hiver, elle est tiède en été. L'eau des pluies automnales séjourne d'abord à la surface du sol ; imbibant la couche sablonneuse perméable, elle s'altère en dissolvant des débris végétaux et animaux ; puis elle s'infiltre lentement à travers quelques fissures de l'alios et séjourne au-dessous de lui, en conservant les matières organiques dont elle s'est primitivement imprégnée.

En parcourant les Landes, on trouve disséminés une quantité considérable de trous, creusés par les bergers à 1 mètre environ de profondeur ; ces trous contiennent une eau croupissante, infecte, qui est souvent utilisée pour la boisson des hommes et des animaux.

Dans les villages, il existe quelques puits forés par l'Administration des Ponts et Chaussées ; ils sont maçonnés, munis de margelles et atteignent 8 à 10 mètres de profondeur. Mais, dans les maisons isolées, métairies, maisons de colon, etc., les puits sont presque toujours de simples excavations plongeant de $0^m,50$ au plus dans la nappe sous-aliotique ; ils sont dépourvus de margelles et accessibles à de nombreuses causes de souillure.

Que cette eau exerce une action fâcheuse sur la santé des habitants de la Lande, sur le développement de la race en général, c'est un fait qui nous paraît incontestable. Mais peut-on admettre que, en raison de sa composition et des impuretés qu'elle contient, elle puisse provoquer la carie précoce des dents ? Cette hypothèse mérite, à notre avis, d'être discutée et il nous semble même qu'elle renferme une grande part de vérité.

L'eau des Landes, qu'elle provienne de la nappe souterraine, des marais ou des cours d'eau, possède des propriétés corrosives qui sont mises en évidence par l'usure très rapide des machines à vapeur où elle est utilisée, par la destruction moléculaire des pierres à base de chaux qui y sont plongées. C'est ainsi que, sur certains points de cette région, on voit l'eau des rivières ou des marais ronger les assises des ponts construits en calcaire d'Angoulême et nécessiter ainsi de fréquentes réparations.

A quel principe chimique doit-on attribuer ce pouvoir corrosif si singulier des eaux de la Lande ? Les analyses faites à ce sujet sont peu démonstratives. L'acide humique dont l'existence a été signalée, est certainement combiné à des bases qui neutralisent sa réaction acide. L'acide sulfurique, également incriminé, pourraît naître au contact des matières organiques, par suite de la transformation des sulfures en sulfates, puis en acide sulfurique libre. Mais ce n'est là qu'une supposition dont la preuve est à faire.

Force nous est donc d'avouer notre ignorance sur la nature exacte de la substance corrosive qui se trouve en dissolution dans les eaux landaises. Mais elle existe, à n'en pas douter, et nous inclinons à croire qu'elle est la véritable cause du mauvais état de la dentition dans la moitié septentrionale du département des Landes. L'ivoire des dents étant constitué essentiellement par du phosphate et du carbonate de chaux, il est à présumer qu'il doit se laisser attaquer par les eaux du pays, aussi facilement que les roches calcaires, dès que la moindre altération de l'émail a ouvert une voie à la carie.

HERNIES

Les hernies sont fréquemment constatées chez les conscrits du département des Landes. Dans les cantons voisins de la mer, cette infirmité s'observe dans une proportion sensiblement égale à celle qui, d'après

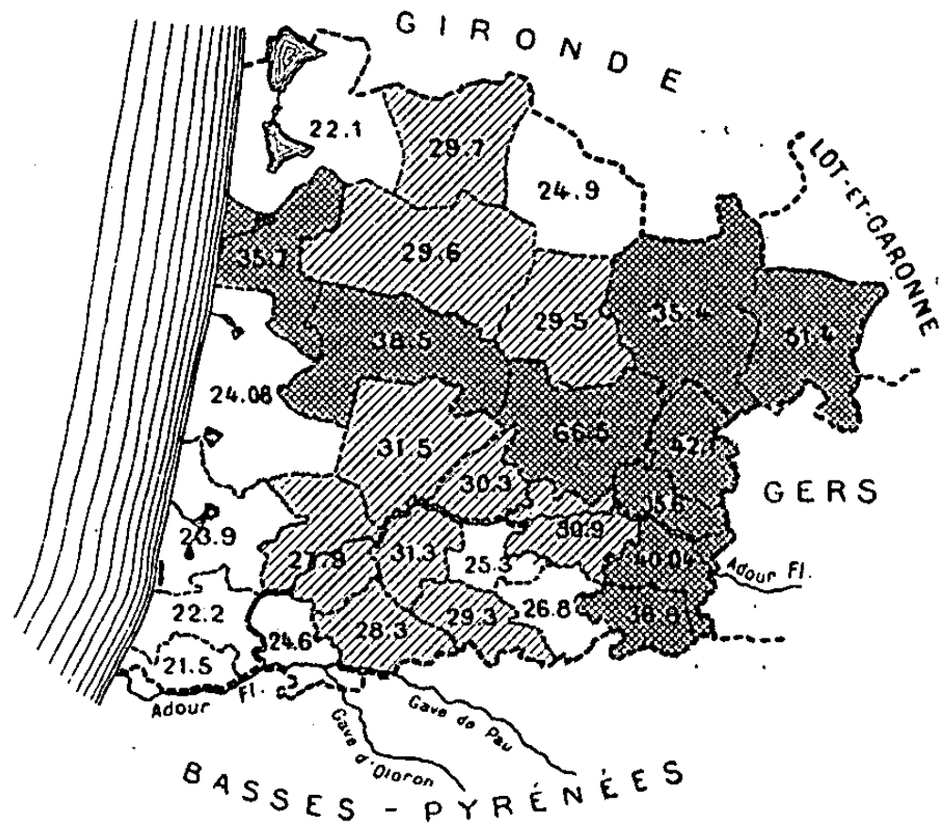


FIG. 4. — *Hernies.*
Répartition des exemptions pour 1.000 inscrits.

Cantons blancs : de 21 à 27 ; Cantons rayés : de 27.5 à 32 ; Cantons quadrillés : de 33 à 52.

Boudin, représente la moyenne pour la France entière (210,4 exemptés pour 10.000 examinés de 1831 à 1849).

Dans tous les autres cantons du département, le chiffre des hernies est plus élevé que la moyenne indiquée par Boudin.

VARICES

Les varices constituent, comme les hernies, une cause fréquente d'exemption. Elles semblent moins communes dans la Lande que dans la partie méridionale du département.

VARICOCÈLE

Le varicocèle, infirmité aussi répandue que les varices, mais compatible avec le service actif quand elle est peu prononcée, entraîne beaucoup moins d'exemptions que les varices. Il s'observe fréquemment chez des

TABLEAU F

COMMUNES	CANTONS	NOMBRE de Cas	COMMUNES	CANTONS	NOMBRE de Cas	COMMUNES	CANTONS	NOMBRE de Cas
Roquefort	Roquefort	1	St-Julien-en-Born	Castets	1	Buanes	Aire	1
Lugaut	—	8	Vielle-St-Girons	—	1	Classun	—	1
Arue	—	3	Linxe	—	1	Cère	Labrit	1
Cachen	—	2	Lévignacq	—	2	Canenx	—	1
Vielle-Soubiran	—	2	Léon	—	6	Garein	—	1
Lencouacq	—	2	Losse	Gabarret	5	Vert	—	1
St-Justin	—	2	Créon	—	1	Peyre	Hagetmau	1
Pouydesseaux	—	1	Estigarde	—	1	Mant	—	3
Arouille	—	2	Soustons	Soustons	6	Sorbets	Geaune	2
Tartas	Tartas-Ouest	2	Magescq	—	3	Poyanne	Montfort	1
Carcen-Ponson	—	1	Messanges	—	1	Sort	—	2
Villenave	—	1	Pissos	Pissos	3	Sore	Sore	1
Laluque	—	1	Mano	—	1	Trensac	Sabres	1
Lesgor	—	1	Saugnac-et-Muret	—	2	Labouheyre	—	1
Bégaar	—	3	Mt-de-Marsan	Mt-de-Marsan	3	St-Sever	St-Sever	1
Pontoux	—	3	St-Avit	—	1	Audignon	—	1
St-Yaguen	—	1	Uchacq	—	3	Misson	Pouillon	1
Tartas	—	1	Bougue	—	1	Estibeaux	—	1
Carcarès	Tartas-Est	1	Geloux	—	1	Maurrin	Grenade	1
Meilhan	—	2	Mazerolles	—	1	Mézos	Mimizan	1
Souprosse	—	2	Bostens	—	1	Doazit	Mugron	1
Morcenx	—	1	Campet	—	1	Donzacq	Amou	1
Onesse	—	2	Aire	Aire	2	Saubion	St-Vincent	1
Lespéron	—	6	Renung	—	2	Gourbera	Dax	1
Castets	Castets	2	Duhort	—	1	Herm	—	1

sujets ne présentant aucune trace de varices et, réciproquement, fait très souvent défaut chez des individus porteurs de varices volumineuses. Ces deux infirmités nous paraissent être absolument indépendantes et relever de causes différentes. Nous ne constatons d'ailleurs aucun parallélisme dans le classement des cantons par rapport aux varices et celui que leur assigne la fréquence du varicocèle. Grenade, qui compte le minimum d'exemptions pour varices donne, au contraire, le maximum au titre du varicocèle. Amou, où s'observent beaucoup de varices, ne fournit que peu de varicocèles.

Il en est donc des cantons comme des individus, fait qui mérite d'être mis en lumière.

GOITRE

Le goitre n'est pas rare dans le département des Landes et il nous est arrivé fréquemment, pendant nos tournées de révision, d'observer, chez des conscrits, un développement anormal de la glande thyroïde. Mais le plus souvent, il ne s'agit pas de goitre à proprement parler et ces jeunes gens sont déclarés aptes au service. La distribution géographique du goitre dans le département est d'ailleurs assez irrégulière. Elle semble indépendante de la nature des terrains et de la qualité des eaux de boisson. Il ressort de l'enquête à laquelle nous nous sommes livrés, sur les causes de cette affection, que le goitre s'observe le plus souvent dans des localités humides, situées à proximité d'étangs et de marais. Dans certaines communes, on ne constate de goitre que dans les maisons voisines des cours d'eau. La misère joue également un rôle important dans le développement du goitre, fait que nous avons eu déjà l'occasion de signaler (1).

La doctrine des causes multiples du goitre trouve donc sa confirmation dans le département des Landes.

Les localités du département ayant fourni des cas de goitre, de 1872 à 1891, parmi les jeunes gens inscrits sur les listes de tirage, sont indiquées dans le *tableau F :*

PELLAGRE

La pellagre règne vraisemblablement depuis plusieurs siècles dans le sud-ouest de la France et surtout dans la région correspondant aux deux départements de la Gironde et des Landes. Toutefois cette maladie est restée méconnue jusqu'au jour où « un humble et grand médecin de campagne » Hameau, de la Teste, démontra nettement qu'elle existait dans les landes de Gascogne et y sévissait avec une grande intensité. Ce fut une véritable révélation pour les médecins français qui ne tardèrent pas à étudier, avec une curiosité passionnée, la nature de cette affection endémique et les causes de son développement.

Nous devons nous borner ici à rappeler les beaux travaux de M. Th. Roussel. Bouchard, Gintrac, Costallat, Landouzy, etc. Mais il faut bien

(1) Ch. Chopinet. — Etiologie du goitre et du crétinisme dans les Pyrénées Centrales *(Association française pour l'avancement des sciences,* Congrès de Pau, 1892).

reconnaître qu'ils sont loin d'avoir fait une lumière complète sur l'étiologie de la pellagre. Le maïs, qui fut longtemps incriminé, a été reconnu innocent du rôle néfaste qu'on lui faisait jouer et il est incontestable que la cause, nous serions tentés de dire le germe spécifique, nous échappe absolument. Il semblerait que la maladie est sous la dépendance d'un virus analogue à celui de la syphilis, transmissible, comme lui, par l'hérédité, ainsi que nous en avons vu un exemple dans une famille très aisée, jouissant d'une hygiène excellente.

La pellagre n'est donc pas uniquement *une maladie de misère*, suivant l'expression italienne. Mais il est bien démontré que la misère, avec son triste cortège de peines physiques et morales, est la plus puissante de ses causes adjuvantes. En effet, l'endémie a commencé à s'atténuer du jour où les conditions matérielles de la vie sont devenues meilleures pour la population de la région. Les travaux d'assainissement, les plantations de pins, ont apporté, en même temps, la richesse et la santé aux habitants des Landes. Comme la fièvre intermittente, la pellagre a disparu rapidement devant les progrès du bien-être général et, aujourd'hui, on n'en compte plus que quelques cas dans certains cantons dont elle fut jadis le fléau.

Elle n'est pas cependant complètement éteinte et, en 1892, les médecins des cantons de Roquefort et de Gabarret signalaient une recrudescence de l'endémie, à la suite des mauvaises récoltes de 1889-1890. Les communes de Losse et Herré, dans la partie landaise du canton de Gabarret, furent particulièrement éprouvées.

La pellagre étant surtout fréquente de 30 à 50 ans, il est rare de l'observer chez les jeunes gens examinés devant les conseils de révision. De 1873 à 1892, nous n'avons relevé que cinq conscrits exemptés pour pellagre : le premier originaire de Morcenx (cl. 1882), le deuxième de Bégaar, canton de Tartas-Ouest (cl. 1887), le troisième de Labenne, canton de Saint-Vincent-de-Tyrosse (cl. 1887) et les deux derniers de Saint-Lon et Saint-Etienne-d'Orthe, canton de Peyrehorade (cl. 1887).

Il ne faut donc pas s'attendre à trouver, dans les statistiques du recrutement, des renseignements de quelque valeur sur la pellagre dans les Landes. Ce fait, malgré son caractère négatif, devait être signalé.

MYOPIE

Parmi les affections qui peuvent motiver l'exemption du service militaire, une des plus intéressantes, au point de vue de l'anthropologie et de l'hygiène, est la myopie, dont le tableau C indique la distribution géographique.

Bien que la myopie soit, en somme, assez rare dans le département, il nous a paru utile de rechercher si elle était d'origine scolaire. Dans ce but, nous avons calculé, pour la période 1891-1894, la proportion des illettrés dans chaque canton, au moyen de renseignements puisés dans les carnets de tournées. Elle figure dans le tableau C où elle peut être rapprochée de la distribution géographique de la myopie.

Il est curieux de constater que les cantons de Mugron, Hagetmau, Geaune, qui ont le moins d'illettrés, comptent aussi le plus grand nombre de myopes, et que le canton de Gabarret, où l'instruction est le moins répandue, est celui où la myopie est le plus rare. Toutefois, nous pensons que ce n'est pas dans les écoles que naissent et se développent les cas les plus nombreux de myopie, mais plutôt dans les lycées et les collèges, les écoles normales et les séminaires, où l'éclairage naturel ou artificiel est presque toujours insuffisant.

Nous connaissons personnellement plusieurs jeunes gens qui, entrés au collège ou au séminaire avec une vue excellente, en sont sortis myopes ou astigmates.

Au point de vue de l'instruction primaire, le département des Landes a été, jusqu'à ce jour, très arriéré. En 1892, le classement du département, au titre de la fréquentation scolaire, assignait aux Landes le 87e rang parmi les 87 départements français. La moyenne des conscrits illettrés était de 23 °/o en 1891 et 1892, alors que, pour la France entière, cette moyenne était inférieure à 7 °/o. Toutefois, un progrès très sensible s'est manifesté depuis cette époque ; les conscrits landais de la classe 1893 n'ont fourni que 17-4 illettrés °/o, et, parmi les conscrits de la classe 1894, la moyenne des illettrés s'est abaissée à 11 °/o.

Les nouvelles écoles étant presque toutes bien éclairées, il est probable que la progression de la myopie ne sera pas la conséquence de la diffusion rapide de l'instruction élémentaire dans les populations rurales.

BÉGAIEMENT

Le bégaiement est une infirmité qui peut se simuler assez facilement avec un peu d'exercice, et nous sommes assez portés à croire qu'il y a quelques faux bègues parmi les conscrits exemptés pour ce motif. Aussi n'attachons-nous qu'une faible importance aux chiffres du tableau C, relatifs au bégaiement.

INFIRMITÉS SIMULÉES

Le bégaiement n'est pas l'infirmité le plus fréquemment simulée par les conscrits de la région. La surdité est plus souvent alléguée, surtout dans certaines communes de la partie sud du canton d'Amou. Au cours d'une séance de révision, l'un de nous a extrait de l'oreille droite d'un conscrit de cette région, un pois qui y avait été introduit plusieurs mois auparavant et avait déterminé une inflammation, d'ailleurs légère, de la membrane du tympan.

Il est un autre artifice auquel les conscrits landais ont encore plus souvent recours, c'est la mutilation des doigts et surtout de l'index et du pouce, soit par un coup de hache, soit par un coup de fusil. Tantôt le pouce ou l'index sont absents en totalité, tantôt il manque une ou plusieurs phalanges de ces deux doigts ou des doigts voisins, ou bien encore les tentatives de mutilation ont laissé après elles des rétractions fibreuses amenant la flexion ou l'extension permanente des doigts.

Cette pratique paraît être en honneur dans le département depuis très longtemps ; nous en avons trouvé la preuve en parcourant les procès-verbaux du recrutement déposés à la Préfecture et concernant la période 1847-1870. Aussi, nous a-t-il paru utile de faire le relevé de toutes les mutilations des doigts et de la main ayant motivé l'exemption du service militaire ou le classement dans les services auxiliaires de 1873 à 1892. De toutes ces mutilations, un certain nombre paraissent avoir été volontaires.

Plusieurs conscrits, présentant ces lésions, ont été déférés aux tribunaux et quelques-uns ont été condamnés. Mais il en est beaucoup, certainement, pour lesquels la preuve n'a pu être faite et qui ont été exemptés par les Conseils de révision ou acquittés par les tribunaux. On peut, néanmoins, admettre que la proportion relative de ces mutilations, dans les différents cantons, donne approximativement la mesure du degré de fréquence de ces manœuvres frauduleuses.

D'après les observations que nous avons pu faire et les recherches auxquelles nous nous sommes livrés dans les archives de la Préfecture, ce seraient les cantons du sud-ouest qui fourniraient le plus grand nombre de simulateurs. La tradition rapporte qu'il en était déjà ainsi sous le Premier Empire et que, à cette époque, beaucoup de jeunes gens cherchaient à se soustraire au service militaire, soit par des mutilations volontaires, soit par l'émigration.

AJOURNÉS

Aux termes de la loi du 27 juillet 1872 et de la loi du 15 juillet 1889, les jeunes gens qui, à l'époque où ils sont examinés devant le Conseil de révision, n'ont pas encore atteint la taille de $1^{m},54$ ou dont le développement est insuffisant, peuvent être ajournés un an et même deux ans. Nous avons observé que la proportion des ajournés par canton est, en général, d'autant plus élevée que celui-ci fournit un contingent plus défectueux. De là un moyen simple de se rendre compte de la qualité comparée des divers contingents fournis par tous les cantons d'un département. Il suffit d'examiner les tableaux insérés pendant les 2 ou 3 dernières années dans les affiches préfectorales, indiquant l'itinéraire des Conseils de révision. Ces tableaux, mentionnant pour chaque canton le nombre des jeunes gens de la classe appelée et ceux des ajournés des deux classes précédentes, on peut calculer rapidement la proportion des ajournés, pour 100 hommes à examiner dans la même séance, et déduire du chiffre obtenu une notion importante sur la valeur physique d'un contingent cantonal et son aptitude militaire en général.

Dans le département des Landes, la proportion des ajournés a été très faible pendant les premières années qui ont suivi la promulgation de la loi du 27 juillet 1872 ; on se préoccupait avant tout, à cette époque, d'incorporer le plus de soldats possible dans les régiments, en vue d'une guerre qui paraissait à chacun imminente. A partir de 1876, le nombre des ajournés a été régulièrement en augmentant dans tous les cantons et, aujourd'hui, il est quatre ou cinq fois plus élevé qu'au début de la

période. S'il en est ainsi dans tous les départements français (et ce fait est facile à vérifier), on s'expliquerait en partie la diminution progressive de la mortalité dans l'armée, par l'élimination de plus en plus rigoureuse de tous les jeunes gens payant le plus lourd tribut aux maladies, c'est-à-dire des malingres qui, pendant la première et la deuxième année de service, fournissent un déchet si considérable.

Au point de vue de la proportion des ajournés, sur 100 conscrits de 3 classes consécutives, examinés au cours d'une même séance, les cantons se rangent presque dans le même ordre que dans le tableau C, qui donne le classement des cantons au point de vue de l'aptitude militaire (Voir le tableau C).

Il n'y a à noter que 3 dissidences assez sensibles et d'ailleurs faciles à expliquer. Amou, qui occupe le 15e rang d'après la proportion des exemptions du service actif, ne fournit cependant qu'un faible nombre d'ajournés. Ce fait indique que le contingent de ce canton compte, en réalité, parmi les plus vigoureux du département et que, à l'âge de 21 ans, la plupart des conscrits ont atteint leur développement complet. Les exemptions assez nombreuses, prononcées dans ce canton, ne constitueraient donc pas la preuve d'une infériorité physique marquée, mais seraient en rapport avec la fréquence plus grande que dans les autres cantons, des lésions traumatiques accidentelles ou provoquées. Nos observations directes viennent à l'appui de cette explication.

A Soustons, le nombre des ajournés est primitivement assez élevé, mais la plupart sont repris ensuite, d'où il résulte que le canton compte, en somme, peu d'exemptions et figure parmi les meilleurs du département.

Enfin, le grand nombre des ajournés constaté à Mimizan paraît dû à la taille élevée des conscrits de ce canton, dont le développement thoracique est fréquemment en retard sur celui de la stature. Les jeunes gens du canton de Mimizan sont souvent grêles quand ils se présentent pour la première fois devant le Conseil de révision ; mais ensuite la poitrine prend de l'ampleur, beaucoup d'ajournés sont déclarés bons et ainsi le canton se relève au point de vue de l'aptitude militaire.

COMPARAISON DES CANTONS. — INFLUENCE DU MILIEU SUR LA VALEUR DES CONTINGENTS

D'après les tableaux qui précèdent, nous croyons qu'il est facile de se faire une idée exacte de la valeur physique des conscrits originaires du département des Landes et d'apprécier les différences qui séparent les contingents fournis par chacun des cantons. Nous croyons utile, toutefois, de compléter ces données absolument indiscutables par l'exposé sommaire des observations que nous avons eu l'occasion de faire dans le cours de nos tournées de révision en 1892, 1894, 1895, 1896 et 1897. Ces observations confirment, d'une manière générale, ce que nous avaient appris les statistiques du recrutement

et nous ont permis de saisir en outre quelques modifications qui tendent à se produire dans certains cantons.

Si nous faisons abstraction des résultats fournis par la statistique, pour nous en rapporter uniquement à l'impression que nous a laissée l'examen des conscrits pendant ces 5 années, nous serions tentés de donner le premier rang au canton de Pouillon qui, notamment en 1894, 1895 et 1896, a fourni un contingent excellent. Presque tous les jeunes gens examinés étaient de haute taille, bien musclés, bien proportionnés, et nous ne saurions leur comparer que ceux de Peyrehorade, dont la beauté physique nous a plusieurs fois frappés.

Le canton de Saint-Martin-de-Seignaux a été bon pendant ces dernières années; mais, au point de vue du recrutement, il nous paraît aujourd'hui inférieur aux deux précédents. Il ne serait plus aujourd'hui au premier rang.

Le canton de Saint-Vincent-de-Tyrosse nous semble également déchoir de son classement avantageux. Peut-être faut-il en accuser la dépravation précoce et l'alcoolisme qui, d'après des observateurs compétents, feraient dans ce pays de rapides progrès. La jeunesse de ce canton ne se contente pas des plaisirs qu'elle peut trouver sur place et va souvent jusqu'à Dax et Bayonne donner libre carrière à ses goûts de débauche.

Le canton d'Amou fournit un excellent contingent. Les plus beaux jeunes gens ont été fournis, pendant ces dernières années, par les communes de Pomarez, Amou et Gaujacq.

Le canton d'Hagetmau est bon, mais sensiblement inférieur à celui d'Amou.

Le canton de Villeneuve s'améliore rapidement.

Celui de Gabarret paraît également en progrès. Dans ce canton, on peut distinguer deux races distinctes, celle du nord qui habite une région sablonneuse, tout entière plantée de pins (Petite Lande), et celle du sud qui occupe une région absolument agricole, où se trouvent les meilleurs crus de l'Armagnac. Les conscrits originaires de la partie landaise du canton se distinguent généralement de ceux de la partie sud par leur maigreur, une taille moins élevée, un système musculaire moins développé et enfin des infirmités plus nombreuses.

Le canton de Pissos fournit toujours, comme par le passé, un très mauvais contingent : varices nombreuses, dentition déplorable, maigreur et faiblesse des conscrits, etc.

Le canton de Sabres, voisin du précédent, lui est immensément supérieur. Les hommes vigoureux et bien développés y sont assez

nombreux. La dentition est bien meilleure qu'à Pissos. Les plus beaux sujets viennent des communes de Labouheyre, Escource et Sabres.

Le canton de Parentis fournit un contingent qui, de prime abord, paraît assez bon; mais le plus souvent la dentition est très mauvaise, les hommes absolument édentés n'y sont pas rares et, par suite, il est nécessaire d'éliminer un grand nombre de jeunes gens.

Le canton de Mimizan est très supérieur au précédent; quelques communes, telles que Pontenx-les-Forges, Bias et Saint-Paul, produisent souvent des hommes remarquables par leur vigueur et leur beauté plastique.

Le canton de Mugron est excellent. Les hommes y sont beaux et vigoureux. Les dents sont très bonnes, sauf dans les communes voisines de l'Adour.

Le canton de Montfort rivalise avec le précédent et ne lui cède en rien.

Le canton de Dax ne paraît pas en progrès: la proportion des ajournés a décuplé depuis le commencement de la période. La débauche et l'alcoolisme sont probablement les facteurs importants de cette décadence du contingent.

Les deux cantons de Tartas sont et ont toujours été mauvais. La dentition surtout laisse beaucoup à désirer.

Mais le canton le plus défectueux du département nous paraît être aujourd'hui celui de Geaune, où les hommes, maigres et chétifs, présentent, en outre, de nombreuses infirmités. Ce canton forme un contraste frappant avec celui d'Aire qui était encore très mauvais il y une dizaine d'années, mais qui se relève rapidement et pourrait être classé aujourd'hui dans les dix premiers rangs du tableau d'ensemble.

En somme, les meilleurs cantons du département sont incontestablement les cantons du sud-ouest et, spécialement, ceux de Pouillon, Peyrehorade, Saint-Martin, Saint-Vincent, Mugron, Montfort et Amou. Les quatre premiers dépendent de la subdivision de Bayonne et, d'après le témoignage des officiers du bureau de recrutement de cette ville, seraient sensiblement supérieurs aux cantons des Basses-Pyrénées compris dans la même subdivision. C'est dans cette région que sont prélevés la plupart des hommes destinés aux régiments d'artillerie, de cuirassiers et de dragons. De même, c'est dans les cantons de Mugron, Montfort et Amou qu'on trouve le plus grand nombre d'hommes aptes au service de ces différentes armes.

D'une manière générale l'aptitude militaire d'un canton ou, en d'autres termes, la qualité du contingent qu'il fournit, est en rapport étroit avec la nature du sol, sa fertilité et le degré d'aisance de la population. Partout où le sol est ingrat, peu productif, où les communes et les habitants sont pauvres, partout enfin où la population vit dans de mauvaises conditions et se nourrit mal, les conscrits sont maigres, peu robustes et porteurs de nombreuses infirmités. Témoin les cantons de Gabarret, Pissos, Labrit et Geaune.

Il en est tout autrement dans les cantons où les communes jouissent de revenus considérables et où la population trouve dans les produits de la terre une nourriture abondante et de bonne qualité. Nous citerons, par exemple, les cantons de Pouillon, Peyrehorade, Saint-Martin-de-Seignaux et Soustons.

Dans ce dernier, la richesse des communes joue certainement un rôle important, en améliorant considérablement les conditions d'existence des habitants. Malheureusement, cette influence favorable tend à être contrebalancée par les progrès de l'alcoolisme et la débauche précoce, due en partie à la promiscuité des sexes dans les ateliers de fabrication de bouchons. Ainsi s'explique, à notre avis, la proportion considérable des jeunes gens de ce canton qu'il est nécessaire d'ajourner et qui n'atteignent que tardivement leur développement normal.

En résumé, les différences que nous avons relevées entre les principaux groupes de population du département ne nous paraissent pas être la conséquence de la diversité d'origine, mais simplement de la variété des conditions de milieu. Le Landais pur, transporté dans la Chalosse, ne tarderait pas à se transformer et à faire souche de paysans sains et vigoureux. Cette transformation, d'ailleurs, nous la voyons souvent s'opérer très rapidement dans les régiments, chez beaucoup de conscrits de la Grande ou de la Petite Lande, qui arrivent au corps, maigres et chétifs d'apparence et qui, au bout de quelques mois, trouvant au régiment une nourriture abondante et de qualité supérieure, ne tardent pas à engraisser, à arrondir les angles de leur visage et à acquérir une vigueur remarquable. Tant vaut le milieu, tant vaut l'homme ; cette vérité est peut-être banale, mais il n'est pas inutile de montrer que, dans les Landes comme partout ailleurs, elle reçoit une éclatante démonstration.

COMPARAISON DES RÉSULTATS DU RECRUTEMENT DANS LES LANDES ET LA FRANCE ENTIÈRE

Pour apprécier la valeur des contingents landais par rapport à ceux qui sont fournis par les divers départements français, nous

avons choisi comme termes de comparaison les résultats généraux du recrutement en France de 1873 à 1892. Pendant ces vingt années qu'embrasse notre étude, la moyenne des exemptés pour 1.000 inscrits a été, sur tout le territoire français, de 230,4, y compris les classements au service auxiliaire pour défaut de taille et infirmités diverses. On voit, par conséquent, que la moyenne annuelle des exemptions dans les Landes (257,1) est sensiblement supérieure à la moyenne générale. Toutefois, les cantons du sud-ouest du département donnent une proportion d'éliminés qui est très loin d'atteindre cette moyenne, et quelques-uns, particulièrement ceux de Saint-Vincent, Saint-Martin, Peyrehorade et Pouillon, peuvent certainement soutenir la comparaison avec les meilleurs cantons du territoire français.

D'ailleurs, il est incontestable que le contingent landais tend sans cesse à s'améliorer. Nous avons constaté ce fait dans la plupart des cantons de la Grande et de la Petite Lande et, en ce qui concerne le département tout entier, il ressort de la comparaison des résultats actuels du recrutement dans les Landes avec ceux de la période 1850-1858 relevés par Sistach. A cette époque, où le minimum réglementaire de la taille était de 1m,56, la moyenne des exemptés a été, sur 1000 examinés, de 96 pour la taille et 253 pour infirmités, soit un total de 349. Le département occupait alors le nº 40 dans le classement d'après le nombre croissant des exemptions pour infirmités.

Pendant la période que nous avons étudiée, le minimum de la taille étant de 1m,54, la proportion des exemptés sur 1000 inscrits (tous examinés), a été de 29,4 pour défaut de taille, et de 227,7 pour infirmités, soit au total un déchet de 257,1 sur 1000 inscrits.

On peut conclure de la comparaison de ces chiffres que la proportion des conscrits landais reconnus aptes au service actif s'est élevée de 1/10 environ, depuis 35 ans, fait important qui ne peut s'expliquer qu'en partie par l'abaissement du minimum de la taille et qui traduit évidemment une amélioration très sensible de la race, sous l'influence des progrès de l'hygiène publique.

M. le Dr H. LABIT

Médecin-Major.

ANTHROPOLOGIE DES ARDENNES [572.9(44.31)]

— *Séance du 6 août 1897* —

Le département des Ardennes appartient, en France, à la zone Kymrique de Broca qui correspond à la Gaule-Belgique de César. Peuplée de Celtes depuis une époque fort ancienne, cette région a subi, à diverses époques, l'invasion de peuplades germaniques variées jusqu'à la fondation du royaume des Francs. Mais si ces invasions modifièrent profondément le pays au point de vue politique, elles n'allèrent pas jusqu'à en anéantir les premiers occupants qui furent seulement plus ou moins repoussés ou pénétrés et continuèrent à vivre côte à côte avec leurs vainqueurs en s'unissant à eux et en leur imposant quelques-uns de leurs caractères anthropologiques. Il se peut aussi que, pour les Ardennes en particulier, la configuration du sol couvert d'une épaisse et vaste forêt, creusé au nord d'une vallée étroite et abrupte, ait contribué à défendre leur population primitive contre l'invasion des Barbares. C'est l'opinion exprimée quelque part par E. Reclus, et R. Collignon a recueilli une observation analogue au sujet des Celtes de la Lorraine qui, réfugiés sur les hauteurs boisées de l'Argonne et des Vosges, ont réussi à s'y maintenir et à s'y perpétuer avec nombre de leurs caractères de race, et sont même en voie de reconquérir, en vertu de la loi du nombre, le terrain qu'ils avaient perdu.

A l'époque de la conquête des Gaules, le pays dont il s'agit était occupé par quatre peuplades principales : les Aduatiques, les Nerviens, les Trévires et les Rèmes, et nombre de tribus secondaires leurs clientes.

Les premiers venus en date vers le 2e siècle avant J.-C. étaient les Aduatiques, débris d'une armée de Cimbres et de Teutons. Au nombre de quelques milliers, ils furent massacrés par les Romains

150 ans plus tard. Les Eburons, les Tongres qui leur succédèrent sur le même territoire eurent le même sort qui fut aussi celui des Nerviens et des Trévires, peuples d'origine germanique de la même souche que le premier.

Le peuple le plus important du groupe paraît avoir été celui des Rèmes dont la capitale était Durocortorum (Reims). Il accepta l'al-

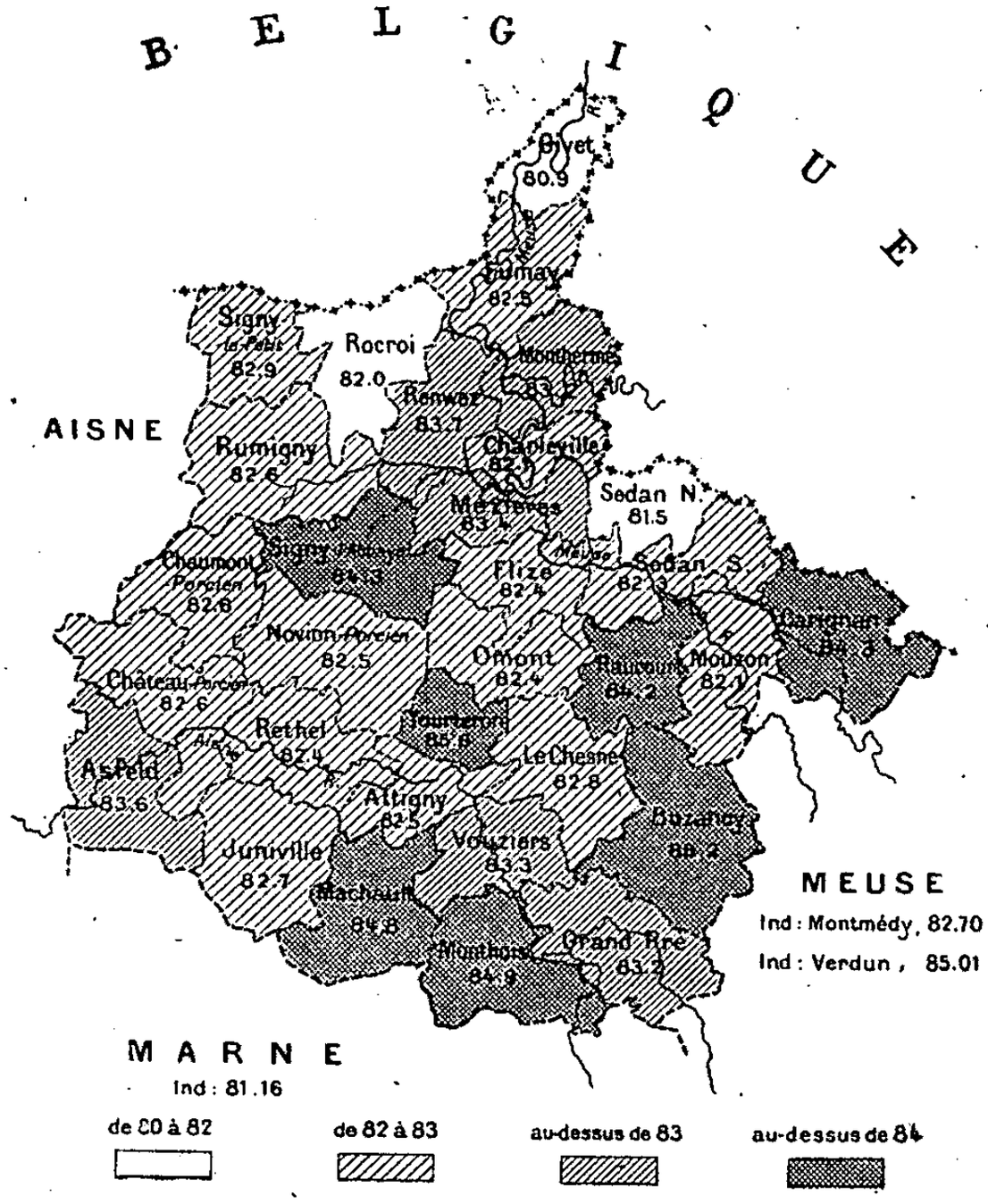


Fig. 1.

Répartition de l'indice céphalique B.

liance et la civilisation romaines et Reims devint un centre important, d'où partaient cinq grandes voies. On estime que les Rèmes, en raison de leur position géographique, eurent moins à souffrir du mélange des races germaniques que les peuples plus septentrionaux.

En résumé, deux races en présence : la race celtique autochtone ou du moins très ancienne et la race germanique venue à diverses époques se mélanger, non se substituer à la précédente. Résultat pro-

bable: une population métissée ayant conservé, peut-être, par endroits, les caractères prédominants de l'une ou l'autre des composantes. Voyons ce qu'il y a de vrai dans cette induction, et étudions les principaux caractères anthropologiques de la population actuelle. Nous n'avons pas à insister ici sur les caractères attribués aux Celtes brachycéphales, petits et bruns, et aux Germains dolichocéphales, grands et blonds.

1° INDICE CÉPHALIQUE *(fig. 1)*.

$\left(\frac{\text{Diam. transversal max.} \times 100}{\text{Diam. ant. post. max.}}\right)$. Nous avons mesuré plusieurs centaines de sujets mâles de 20 à 24 ans incorporés dans divers régiments, et composé 31 séries de 20 sujets, une par canton, en choisissant exclusivement les jeunes gens dont les ascendants directs au moins étaient originaires du même canton qu'eux-mêmes.

L'Indice des moyennes s'élève, pour l'ensemble du département, à 83, 2, chiffre égal à celui que Collignon a obtenu sur une série de 100 Ardennais pris au hasard. C'est donc un indice franchement brachycéphalique qui dépasse de 5 unités l'indice 78 des races germaniques et se rapproche, au contraire, beaucoup de l'Indice celtique (84,05).

L'écart entre les moyennes cantonales est de 6 unités (80 : Givet ; 86, 2 : Buzancy).

Les écarts individuels atteignent 20 unités. L'indice le plus faible est de 73,3 (Flize), le plus élevé 93,7 (Signy-le-Petit). Or, on sait que de semblables écarts rendent vraisemblable le mélange de brachycéphales et de dolichocéphales. Les indices qui se répètent le plus souvent sont 82, 83 et 84. La sériation, en bloc, des cinq arrondissements par groupes quinaires est la suivante :

73, 74	0.64 %	80, 81, 82, 83, 84	52.01 %	90, 91, 92, 93	2.57 %
75, 76, 77, 78, 79	16.26 %	85, 86, 87, 88, 89	28.34 %		

Il n'y a donc pas, à proprement parler, de dolichocéphales dans le département. Les sous-dolichocéphales et imésaticéphales réclament seulement 17 % du total et les brachycéphales 85 %. Les arrondissements se classent : 1° Vouziers (84.2) ; 2° Sedan (83,3) ; 3° Mézières (83,1) ; 4° Rethel (82,7) ; 5° Rocroi (82, 2).

La distribution par cantons de l'Indice céphalique est indiquée par la *fig. 1*. On peut y remarquer :

1° Un premier groupe de cantons dont l'indice céphalique est élevé : il occupe la totalité de l'arrondissement de Vouziers, à l'exception d'Attigny et du Chesne qui sont des cantons de transition (82,5 et 82,8). Dans ce premier groupe, l'indice est compris entre 86,2 et 83,3. On le rencontre à l'angle sud-est du département où il fait naturellement suite à un groupe meusien analogue (Verdun : 85,01).

2° Un groupe de cantons un peu moins brachycéphales comprenant Monthermé, Renwez, Mezières, Signy-l'Abbaye, Raucourt, Mouzon et Carignan où l'indice va de 84,3 à 83,3. Tous ces cantons ou à peu près sont échelonnés le long de la Meuse, et il est vraisemblable qu'on trouverait dans l'étendue de ce cours d'eau, une suite ininterrompue de cantons celtes si le voisinage de la Belgique n'avait influé sur une partie de la région, et en particulier sur les cantons urbains et industriels.

3° Enfin un groupe de cantons dont l'indice descend jusqu'à 80, qui englobe la population franchement métissée, et occupe la presque totalité des arrondissements de Sedan et de Rethel.

Il n'existe aucune frontière naturelle entre ces groupes assez nettement distincts. On peut remarquer seulement que la race à type celtique occupe deux points principaux : 1° Le plateau crayeux de la Champagne, région anciennement très aride, ce qui répond à cette observation générale que les peuples envahis sont repoussés vers les parties les moins fécondes du territoire ; 2° la vallée de la Meuse qui, lors des invasions germaniques, dut être « moins solidement occupée. Aussi le caractère celtique y prédomine partout, même dans les villes » (Collignon).

2° INDICE NASAL

Il atteint chez nos 620 sujets, en moyenne, 63, 7, c'est-à-dire qu'il se rapproche de celui des Français du Nord (63). Il y a, d'une extrémité à l'autre de la série, un écart de 8 unités. Il y a, souvent, concordance entre l'indice céphalique et l'indice nasal dans un canton, mais souvent aussi, discordance : nous en verrons plus loin la raison. Voici le classement par cantons :

ARR[t] DE VOUZIERS		ARR[t] DE SEDAN		ARR[t] DE MÉZIÈRES	
Attigny	67.3	Sedan N.....	66.3	Flize.	64 3
Grandpré....	64.5	Sedan S	66.3	Renwez.....	64.7
Machault...	63.7	Mouzon.. ...	66.2	Omont.....	63.5
Monthois ...	63.6	Carignan	65.3	Monthermé..	62.9
Buzancy.....	63.0	Raucourt	62.8	Signy l'Abb.	61.9
Tourteron ...	62.8			Charleville .	61.4
Le Chesne...	62.6			Mézières	59.4
Vouziers.....	61.9				
Moyenne..	63.72	Moyenne..	65.33	Moyenne..	62.76

ARRt DE RETHEL		ARRt DE ROCROY	
Chât. Porcien	65.3	Rumigny....	63.7
Novion Pa..	64.8	Givet.....	62.8
Juniville.....	64.2	Rocroi.....	62.7
Chaumont Pa.	64.5	Fumay	62.0
Asfeld.....	63.0	Signy-le-Petit	61.8
Rethel.....	62.8		
Moyenne..	64.11	Moyenne..	62.60

La forme de nez que nous avons le plus souvent rencontrée est la forme à dos droit ou concave, à pointe relevée, qui est une forme de nez celtique.

3° AUTRES INDICES DU CRANE ET DE LA FACE

Toutes les mensurations qui suivent ont été recueillies sur une série de 100 Ardennais pris au hasard, âgés de 20 à 24 ans, avec un indice céphalique moyen de 82,34.

a) INDICES VERTICAUX DU CRANE

Indice de longueur, hauteur $\left(\frac{\text{Vertex au trou auditif} \times 100}{\text{Diamètre antero-post. maxim.}}\right)$. Il varie de 58,8 à 74,1 et atteint en moyenne 66,41.

Indice de largeur hauteur $\left(\frac{\text{Vertex au trou auditif} \times 100}{\text{Diamètre transversal maxim.}}\right)$. Variant de 70,9 à 93,3 chez les sujets, il s'élève à 80,65 en moyenne.

Hauteur brute du crâne. — De 114 à 143 mill. ; en moyenne 125,88.

Ces trois calculs dont les résultats se corroborent semblent indiquer, chez nos Ardennais, un certain degré de platycéphalie.

b) INDICES DE LA FACE ET DE LA TÊTE

Indice antérieur de la tête $\left(\frac{\text{Diam. bizygomat. max.} \times 100}{\text{Hauteur antérieure totale de la tête}}\right)$. Atteint, en moyenne, 65,0. (50 Lorrains, 64,98 — 100 Celtes, 65,29 — Français, du Nord, 62.76). L'écart individuel s'étend de 58,5 à 74,1.

Indice facial proprement dit $\left(\frac{\text{Diam. bizygomat. max} \times 100}{\text{Hauteur ophryo-mentonière}}\right)$. Atteint, en moyenne, 100,88, c'est-à-dire que les Ardennais ressemblent aux Lorrains et aux Celtes par les dimensions transversales de la face.

Citons encore l'indice *pariéto-vertical de la tête* égal à 73, 39 $\left(\frac{\text{Diamètre transversal max.} \times 100}{\text{Hauteur antérieure totale de la tête}}\right)$, l'*indice pariéto-zygomatique* $\left(\frac{\text{Diamètre bizygomat. max.} \times 100}{\text{Diamètre transversal max.}}\right)$ égal à 88,33, et l'*indice latéral de la tête* $\left(\frac{\text{Diamètre antero-postérieur max.} \times 100}{\text{Hauteur antérieure totale de la tête}}\right)$. Il atteint en moyenne 89,1

Ces trois indices appuient dans le même sens que les précédents.

		100 Ardennais.	45 Français du Nord.
Ecartement des yeux (Moyenne brute).....		0.338	0.330
Diamètre frontal minimum.....	Hauteur de la tête = 100	53.1	52.3
— *biorbitaire externe*.		56.0	55.5
— *bizygomatique*.....		65.0	65.0
— *bigoniaque*.....		51.8	51.8

Rapport de la tête à la taille = 100.

J'obtiens 12.91 (50 Lorrains 13 — Français du Nord 13,2 — Celtes 13,3) (2e série de Français du Nord, personnelle 12,8). Par les proportions verticales de la tête, les Ardennais commencent à se rapprocher des Français du Nord, mais la ressemblance devient tout à fait frappante si on met en regard, de part et d'autre, les proportions relatives des divers segments de la face (Hauteur de la tête = 100).

	Vertex à racine des cheveux.	Limite à racine du nez.	Racine à base du nez.
100 Ardennais.	14.28	28.68	24.06
50 Français du Nord (personnels).	15.87	27.79	24.25

	De la base au menton.	Du vertex à racine du nez.
100 Ardennais	33.91	42.92
50 Français du Nord	32.63	43.60

Observation qui confirme celle de Collignon sur les Lorrains.

c) PROPORTIONS DU TRONC (Taille = 100)

Le tronc chez les Ardennais occupe 32,97 % de la taille (Français du Nord, 32,65 — Lorrains et Celtes 33,5).

Dimensions en largeur :

	100 Ardennais.	45 Français du Nord.
Diamètre biacromial.....	22.95	23.02
— maximum des épaules.....	26.30	26.39
— maximum iliaque.....	18.22	18.19
— au niveau des trochanters	19.62	19 40

La similitude se poursuit.

d) PROPORTIONS DU MEMBRE SUPÉRIEUR (Taille = 100)

Le rapport s'élève à 44,95 (Français du Nord personnels 44,95 — Lorrains 44,7 — Celtes 45,4 — Kymris 45,5). Il y a un peu de désaccord entre nos résultats et ceux de Collignon ; mais un tel caractère n'a rien de décisif quand il s'agit de distinguer deux populations françaises aussi voisines.

Coudée à la taille = 100 :	Ardennais.	27.28	Français du Nord.	27.58
Main —	—	11.04	—	10.92

e) PROPORTIONS DU MEMBRE INFÉRIEUR EN TOTALITÉ (Taille = 100)

Ici, accentuation du type : Ardennais 48,33 ; Français du Nord, 48,74 ; Lorrains 47,8 ; Kymris, 47,8.

Tibia à la taille = 100 :	Ardennais.	20.93	Français du Nord.	20.77
Pied —	—	15.91	—	14.8

En résumé, l'Ardennais serait Celte par le crâne et les proportions transversales de la face seulement.

4° DE LA COULEUR *(fig. 2)*.

On sait que ce caractère n'offre ni l'importance ni la fixité du précédent.

On trouve, pour l'ensemble du département, 28, 16 % de cheveux blonds ; 24, 12 % de cheveux châtain foncé et noirs ; 47, 6 % de cheveux châtain clair et 0,49 % de roux — 66 % d'yeux bleus et gris, 3,96 d'yeux foncés et 28,89 d'yeux moyens, soit :

YEUX		CHEVEUX			DEMI-SOMME DES YEUX ET DES CHEVEUX		EXCÉDENT des cheveux blonds sur les bruns	OBSERVATIONS
Clairs	Foncés	Blonds et Roux	Foncés et Noirs	Noirs seuls	Clairs	Foncés		
66.15	3.96	28.65	24.22	17.41	47.16	14.09	33.07	

Le type clair prédomine évidemment sur le type foncé, mais l'excédent de 33 % de la demi-somme des cheveux blonds et des yeux clairs sur la demi-somme opposée est un peu forcé à cause de l'extrême fréquence des

VOUZIERS	EXCÈS des blonds	SEDAN	EXCÈS des blonds	MEZIÈRES	EXCÈS des blonds	RETHEL	EXCÈS des blonds	EXCÈS des bruns	ROCROI	EXCÈS des blonds
Monthois.....	0.45	Sedan S.....	2.51	Mezières.....	2.43	Juniville.....	»	0.19	Signy-le-Petit.	1.39
Attigny.....	1.67	Sedan N.....	3.39	Renwez.....	8.94	Asfeld.....	0.18		Rumigny.....	10.50
Le Chesne....	3.10	Carignan.....	13.12	Flize.....	11.79	Chaumont Pn.	7.35		Rocroi.....	11.91
Vouziers.....	3.32	Mouzon.....	14.10	Monthermé...	12.47	Novion Pn....	7.35		Givet.....	13.18
Tourteron....	5.26	Raucourt.....	23.79	Charleville...	13.29	Rethel.....	8.28		Fumay.....	21.29
Buzancy.....	5.77			Omont.....	13.67	Château Pn...	10.12			
Machault.....	6.93			Signy-l'Abbaye.	15.90					
Grandpré.....	9.26									
Moyenne..	4.45	Moyenne..	11.50	Moyenne..	11.21	Moyenne..	5.51		Moyenne..	11.65

yeux clairs. Aussi, pour nous rendre un compte plus exact de la distribution de la couleur par cantons, nous avons recherché, pour chacun, l'excédent pour 100 du type blond (cheveux blonds et roux, yeux bleus) sur le type opposé sur un nombre de sujets qui dépasse toujours 150 par canton. Nous avons obtenu ainsi les éléments du tableau suivant.

Remarquons d'abord que, sauf dans le canton de Juniville, les blonds l'emportent toujours sur les bruns. Si on reporte sur une carte (voir à la fin du mémoire carte n° 2) les indications du tableau précédent on remarque que l'arrondissement où on rencontre relativement le moins de blonds est celui de

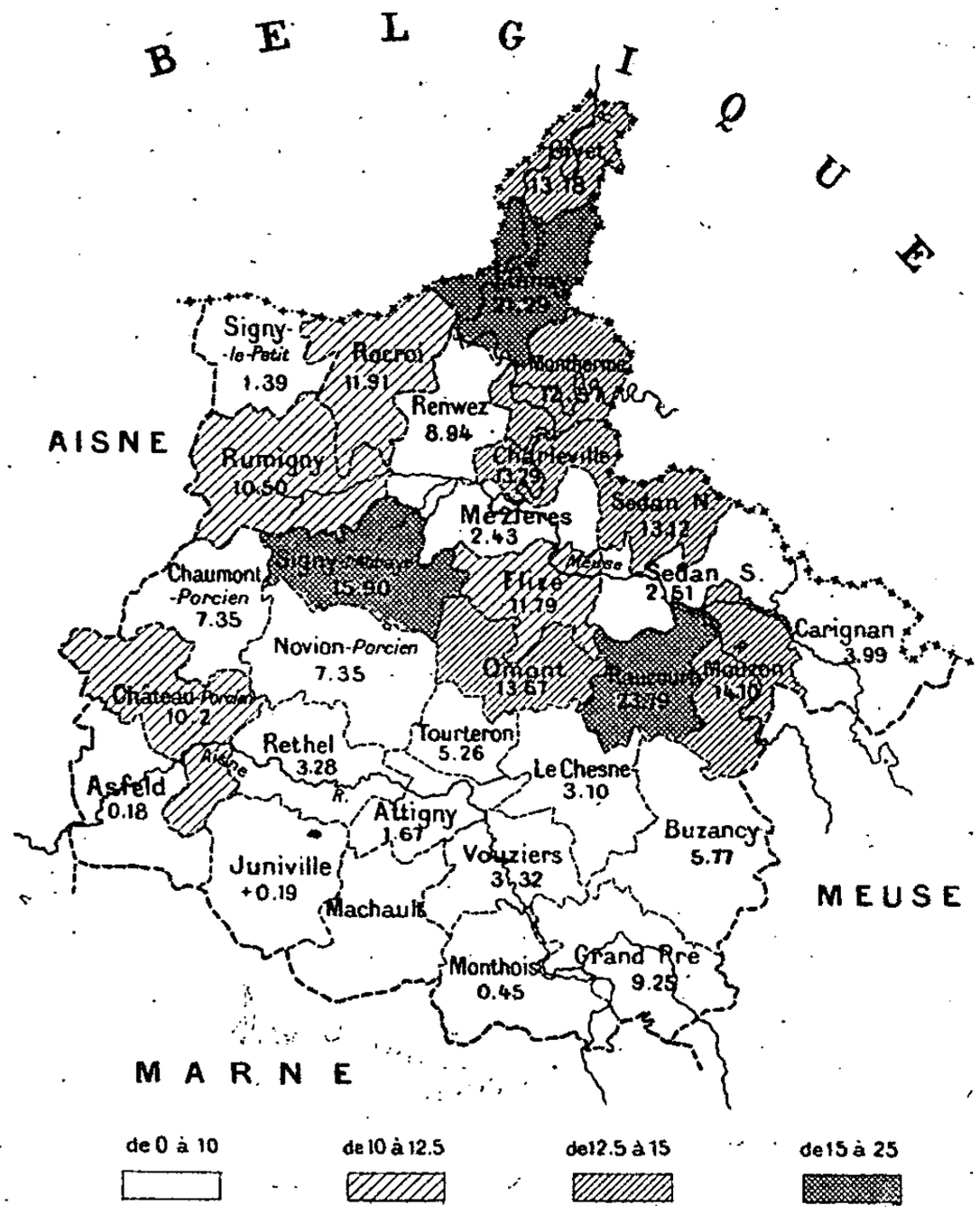


FIG. 2.

Répartition de la couleur (Excédent des blonds sur les bruns pour 100).

Vouziers où nous savons déjà que l'indice céphalique atteint plus de 84 ; qu'il en est de même encore de quelques cantons de Sedan et de Mezières, en petit nombre il est vrai, parce que le voisinage de la Belgique où on compte trois blonds pour un brun a influé davantage encore sur la couleur que sur la forme du crâne ; qu'enfin Rethel se rapproche, par ce caractère, des arrondissements celtiques, disposition générale qui semble bien indiquer que l'immigration des blonds est venue du Nord en suivant la vallée de la Meuse.

5° DE LA TAILLE

Le procédé que nous avons employé pour déterminer la taille moyenne par canton n'est pas à l'abri de tous reproches. C'est pourquoi nous avons cru devoir l'indiquer : sur les carnets de tournée du recrutement nous avons relevé, pendant une période de 20 ans, toutes les tailles mesurées en séance. Nous en avons réuni ainsi 36.621. On peut nous reprocher :

1° D'ignorer la taille des ajournés pour défaut de taille. Mais nous en connaissons au moins le nombre, et en leur attribuant comme moyenne $1^m,49$, nous nous rapprochons sensiblement de la vérité (Lélut).

2° D'omettre les exemptés pour faiblesse ou maladie, les absents à un titre quelconque. Mais le hasard seul préside à la répartition de la stature chez ces sujets, et si le nombre des observations est diminué, la signification n'en est pas modifiée.

De fait, la sériation obtenue offre une symétrie à peu près complète de part et d'autre de la médiane qui tombe à 1^m 66, comme la moyenne de la taille (1^m 6613).

Le sujet le plus grand mesurait 1^m 90 ; 52 seulement dépassaient $1^m,84$.

Pour avoir la taille vraie des adultes il faudrait, selon M. Topinard, ajouter 12 millimètres à la taille moyenne des sujets de 20 à 21 ans pour tenir compte de leur croissance ultérieure. La taille moyenne des Ardennais parvenus au terme de leur croissance serait donc $1^m,6733$.

Donc ils sont grands. Broca l'avait déjà mentionné. Sur la carte qu'il a dressée, les Ardennes viennent en 8e ligne, c'est-à-dire parmi les plus grandes populations. Boudin a rassemblé des observations analogues. Les calculs de ces deux auteurs étaient basés sur le nombre proportionnel des exemptions pour défaut de taille à une époque où le minimum exigé s'élevait à $1^m,56$. Broca trouve 41,22 ajournés pour 1.000. En répétant son calcul (1872-91) j'en trouve seulement 31,4.

Boudin a classé les départements suivant la proportion des tailles supérieures à 1^m 732. Les Ardennais en offraient 89,3 °/₀₀. J'ai trouvé de mon côté 108,4. Cette observation rapprochée de la précédente tendrait à démontrer que la stature moyenne s'est accrue depuis les observations de Broca et de Boudin. On sait que M. Perret, en Savoie, a fait une découverte analogue. Il n'y a rien de surprenant à cela : les trois départements limitrophes des Ardennes figurent parmi les plus grands et la portion voisine de la Belgique est peuplée des hommes les plus hauts qu'on rencontre dans ce pays (Topinard).

La proportion centésimale des quatre grands groupes de tailles est la suivante :

$1^m,70$ et au-dessus : 27,99 °/₀ — $1^m,69$ à $1^m,65$: 33 11 °/₀ — $1^m,65$ à $1^m,60$; 22,46 °/₀ — $1^m,60$ et au-dessous : 16,23 °/₀.

La distribution de la taille par cantons est figurée sur la carte insérée à la fin du mémoire *(fig. 3)*.

On y voit encore l'arrondissement de Vouziers et la vallée de la Meuse se distinguer par ce dernier caractère. En dehors de ces régions la

taille est distribuée sans régularité, au hasard des croisements, avec, cependant, une tache très intéressante de cantons à taille élevée (plus de 1m,67) comprenant la majeure partie de l'arrondissement de Rocroi qui se classe le dernier pour l'indice céphalique, et qui compte le plus de blonds.

Il y a lieu de tenir compte, d'ailleurs, de quelques facteurs accessoires ; les cantons de la zone à petite taille sont aussi ceux où le travail industriel l'emporte sur les autres occupations ; où le séjour dans les ateliers

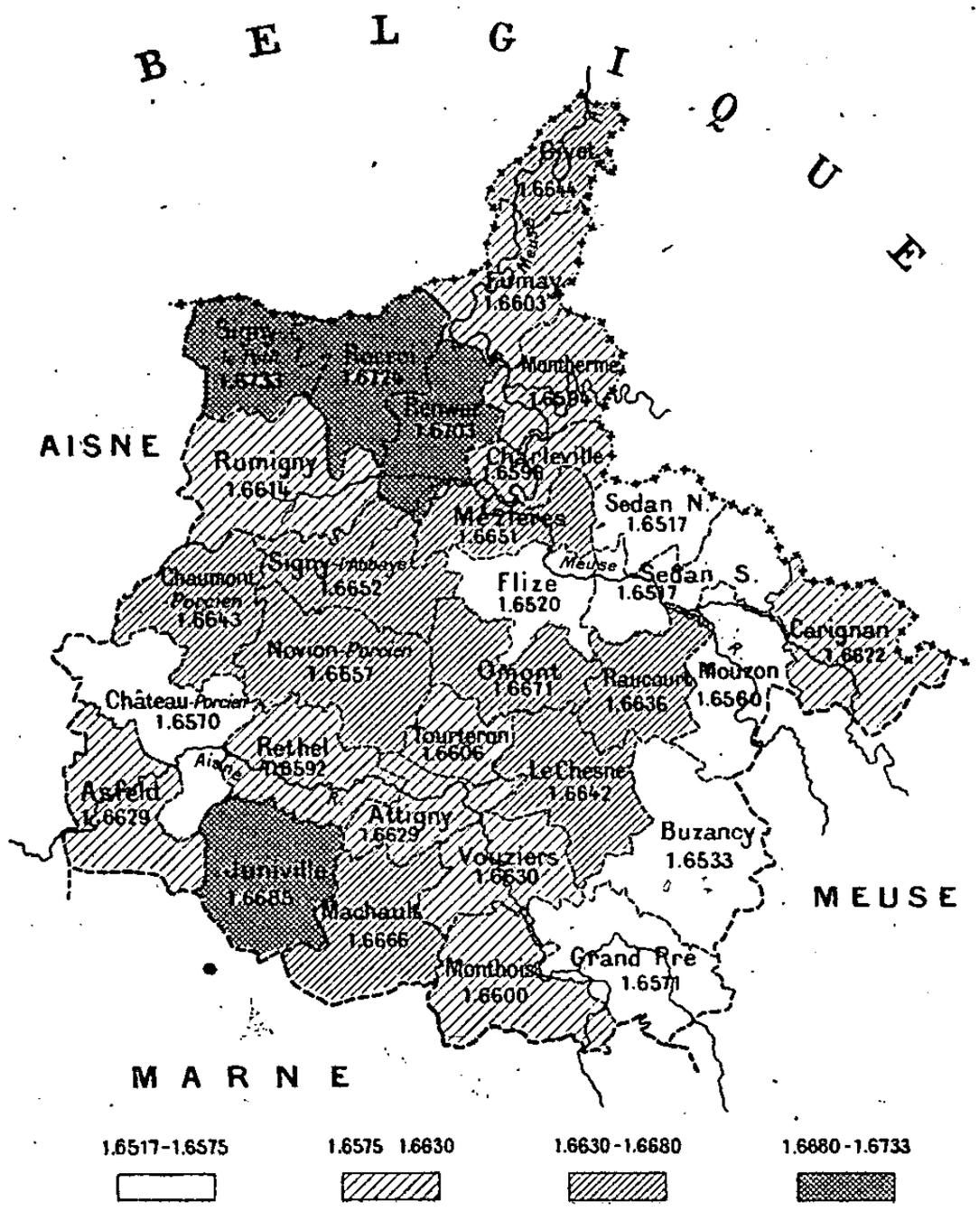


FIG. 3.

Répartition de la taille.

clos, la station verticale prolongée, le rude travail, l'alcoolisme, la misère et le vice peuvent agir simultanément ou séparément pour abaisser la taille moyenne. Il n'est pas permis de négliger cette cause d'erreur chez des sujets, comme les nôtres, encore en pleine croissance. L'industrie de la laine paraît, à ce point de vue, être plus néfaste encore que celle des métaux qui s'opère, jusqu'à un certain point, en plein air. Ces deux ordres de professions réalisent, de plus, une sélection inverse.

Mais quelque importance qu'on accorde aux actions de milieu, on ne saurait les rendre seules responsables de l'écart qui existe entre les deux cantons extrêmes (plus de deux centimètres dans les moyennes). Force est donc de faire entrer les croisements étrangers en première ligne de compte.

Conclusions. — En résumé, il paraît bien résulter de cette étude que le département des Ardennes comporte deux types différents reliés par de nombreux intermédiaires : l'un où dominent nettement et corrélativement les trois signes fondamentaux : brachycéphalie, couleur foncée, taille courte (tout cela relatif, bien entendu) auxquels on reconnaît communément la race celtique, qu'on ne saurait s'attendre à rencontrer plus pure. Ce type occupe l'arrondissement de Vouziers, et une partie de ceux de Sedan et de Mezières (vallée de la Meuse). L'autre où les caractères celtiques primitifs ont été modifiés tantôt dans le sens de la taille, tantôt dans celui de la couleur ou de l'indice céphalique par des croisements en tous sens. Notre induction du début est donc pleinement confirmée.

En outre, les mensurations anthropométriques que nous avons rassemblées semblent indiquer un type général Celte par le crâne et les proportions transversales de la face, Kymri par les proportions longitudinales de la face, le tronc et les membres. L'étude de la taille pouvait le faire prévoir. Enfin les Ardennais se relieraient encore aux Français du Nord par la fréquence de certaines infirmités telles que la carie dentaire, la hernie, les varices et le varicocèle, s'il est bien vrai que ces défectuosités physiques sont des caractères de race.

M. Valdemar SCHMIDT

Professeur à l'Université de Copenhague.

LES DERNIÈRES DÉCOUVERTES PRÉHISTORIQUES EN DANEMARK

[571.93 (48.9)]

— *Séance du 6 août 1897* —

M. Valdemar SCHMIDT, dans une communication orale, donne des renseignements sur les dernières découvertes préhistoriques en Danemark.

Des découvertes se suivent toujours, le sol du pays n'est pas épuisé et la connaissance des temps préhistoriques marche en avant.

On a repris, depuis deux ans, l'étude des gisements intéressants, que les savants danois ont commencé à étudier il y a bientôt cinquante années et qu'ils ont appelés en danois, après en avoir reconnu la vraie nature, des *Kioekkenmoeddings*, c'est-à-dire « débris de cuire ». En effet, ces gisements qui doivent à l'homme leur origine, contiennent les débris et les restes laissés par les peuplades primitives pendant leurs repas. Dans ces entassements, on rencontre notamment des coquilles, mais aussi des débris d'industrie primitive, associés à des ossements d'animaux, cassés évidemment dans le but d'en extraire la moelle, le tout mêlé à de la terre et à des pierres, provenant d'anciens foyers. Les gisements de ce genre, qu'on découvrit pour la première fois vers 1850, et qui furent fouillés par un comité spécial nommé par le gouvernement et composé de l'archéologue Worsaae, le zoologiste Steenstrup et le géologue Forchhammer, n'existent presque plus. Les collectionneurs les ont exploités, tellement que rien n'en reste intact aujourd'hui. Il est fort difficile, maintenant, de trouver un gisement intact de ce genre. Heureusement on en a découvert dernièrement sur le bord du Limfsord (dans le nord de la presqu'île du Jutland), près d'un très petit village nommé Ertebolle. Le gouvernement en a confié la fouille à une commission spéciale, composée de plusieurs archéologues, d'un zoologiste, d'un botaniste et d'un géologue. Tous ces savants sont toujours présents

à la fouille ; on prend à chaque instant des photographies des coupes du gisement ainsi que des dessins, pour déterminer exactement la situation de tout objet important, *in situ,* ainsi que pour constater la situation des pierres qui ont formé les anciens foyers. Rien n'est négligé ; on ne recueille pas seulement comme autrefois les débris d'industrie, les ossements cassés et d'autres objets solides, on ramasse encore la terre, qu'on analyse après chimiquement pour en déterminer la composition et l'origine. Ces fouilles, très exactes, ont déjà donné des résultats importants ; elles se poursuivent chaque été et les matériaux recueillis sont analysés pendant l'hiver suivant.

Les gisements de ce genre nous font connaître la période la plus ancienne de l'âge de la pierre en Danemark : période qui fait partie de l'âge de la pierre polie ou l'époque néolithique. On a bien trouvé dans ces gisements plusieurs débris humains, mais de véritables nécropoles, remontant à cet âge reculé, n'ont pas été découvertes jusqu'ici.

En revanche, les tombeaux datant de la deuxième période de l'âge de la pierre polie, la belle époque de l'âge de la pierre en Danemark, sont très nombreux.

Cependant, dans notre siècle, beaucoup de dolmens et de tumulus ont disparu peu à peu, l'agriculture ayant besoin des terrains qu'ils occupaient. Mais beaucoup de ces dolmens ont enrichi les musées et les collections particulières. Le nombre des tombeaux intacts, remontant à cette belle époque de la pierre, est malheureusement très restreint aujourd'hui. Cependant on en découvre quelquefois quelques-uns intacts ou presque intacts. Ces tombeaux, lorsque le hasard les a fait découvrir, sont toujours acquis de suite par l'Etat et réservés pour une fouille systématique.

La même commission qui est chargée de la fouille des *Kioekken-moeddings* fait également des fouilles dans des tumulus ou des dolmens-tumulus, qui paraissent pouvoir fournir de bons résultats. Tout est étudié de la même manière exacte, comme dans les débris de cuisines. Rien n'est laissé de côté, des photographies nombreuses sont prises pendant la fouille. La terre est également analysée. Les résultats sont déjà importants. On vient de constater ainsi la présence d'ossements d'animaux domestiques dans plusieurs dolmens de l'âge de la pierre. Dans la première période, l'âge des *Kioekken-moeddings*, au contraire, l'homme n'était accompagné que par le chien, qu'il mangeait souvent aussi bien que le cerf, le chevreuil, le sanglier et les autres animaux sauvages du pays.

On a constaté également la présence de céréales à la belle époque de l'âge de la pierre polie en Danemark. C'est l'étude de la poterie

préhistorique qui en a fourni la preuve. En examinant soigneusement des débris de poterie préhistorique, on a découvert diverses petites cavités, produites évidemment par des grains de céréales, qui s'étaient trouvés autrefois dans la pâte d'argile avec laquelle on faisait la poterie en question. On doit cette découverte à un jeune instituteur, maître d'école dans un village de Jutland, collectionneur intelligent. Etant trop modeste pour s'adresser directement à la Direction générale des monuments historiques et des antiquités du Danemark, il a communiqué sa découverte à son père, également instituteur, mais qui réside dans une autre partie du pays ; cet instituteur, également collectionneur et depuis longtemps en correspondance avec le Musée national et avec la Direction des Monuments historiques, a constaté la parfaite exactitude de l'observation faite par son fils et l'a communiquée de suite à la Direction. Au Musée on se livra alors à une étude exacte et minutieuse de la collection de poterie qui y est conservée, et on constata bientôt l'existence d'empreintes de grains de céréales dans plusieurs fragments de poterie et vases datant de l'âge de la pierre. Ces recherches ont été continuées dans les Musées de province et dans les collections particulières. Les céréales dont on a constaté les empreintes, sont les céréales ordinaires, mais comme la découverte est très récente, les résultats des études n'ont pas encore été publiés.

Il faut ajouter que le nombre des vases et débris de poterie qui présentent ces empreintes de grains de céréales n'est pas bien grand ; on peut examiner des centaines de vases sans trouver un seul cas. Mais néanmoins j'engage mes Collègues à vouloir bien examiner leur poterie préhistorique et notamment les fragments et les débris de poterie, qui quelquefois contiennent plus d'empreintes que les vases bien conservés et non cassés.

La présence de grains de céréales dans la poterie préhistorique est du reste très facile à expliquer. On sait qu'aux époques primitives le travail n'était pas partagé et divisé comme il est de nos jours. L'homme préhistorique a souvent dû faire tout lui-même : se livrer à la chasse, à la pêche, à l'agriculture et en même temps il a dû fabriquer lui-même ses outils, ses engins de chasse et faire sa poterie. Ou bien on a fait la poterie sur l'emplacement où un autre individu avait, peu de temps auparavant, battu le blé, l'avait versé dans des sacs, etc. Quelques grains ont pu ainsi rester sur l'emplacement où l'autre individu est venu fabriquer la poterie. Les grains se sont donc facilement introduits dans l'argile avec laquelle on fit la poterie.

On a également fait dernièrement des trouvailles importantes en Danemark d'objets datant de l'âge du bronze et de l'âge du fer, mais il serait trop long de les énumérer ici. Il faut noter spécialement que les découvertes de nécropoles remontant à l'âge du fer, mais antérieures à toute influence romaine, se multiplient constamment. Les tombeaux de la dernière époque du fer, où le Danemark a joué un grand rôle étant regardé comme la patrie de beaucoup de *vikings* et rois de la mer, sont en revanche toujours très rares. Passant aux temps plus modernes, il faut noter qu'il est difficile en Danemark de se procurer des crânes antérieurs au siècle dernier. Le fait est qu'on enterre souvent les morts de notre époque dans les parties des cimetières où se trouvent des tombeaux oubliés, ce qui fait disparaître les anciennes sépultures. Il y a cependant quelques cimetières abandonnés depuis plusieurs siècles, dont on a fouillé certaines parties. Le reste est réservé pour des recherches futures.

M. le Dr Paul TOPINARD

A Paris.

LE MOI, L'INSTINCT ET L'INTELLIGENCE CHEZ L'HOMME

[573.1

— Séance du 7 août 1897 —

L'anthropologie, comme chacun le sait, est prise dans deux acceptions : l'une restreinte et précise, l'autre large et très élastique. La première qui n'est qu'une branche de la zoologie traite de l'espèce humaine, de ses races et de ses individus au point de vue morphologique et physiologique. La seconde s'étend aux groupes plus ou moins fortuits qui se sont succédé sous le nom de tribus ou de peuples depuis les temps les plus reculés ; c'est l'ethnologie et sous son aspect descriptif, l'ethnographie (de ἔθνος peuple).

La sociologie, qui prend aujourd'hui une part si considérable dans les préoccupations à la fois des savants et du public, est la partie de

l'ethnologie qui s'occupe particulièrement de l'organisation des sociétés et pour plus de précision des rapports de l'individu avec la communauté.

Naturellement dans les premières années de ma carrière anthropologique je me suis attaché à la première acception préconisée par mes maîtres Broca et De Quatrefages et conforme à ce que professaient leurs devanciers Buffon et Blumenbach. Mais depuis, libéré de tout engagement, je me suis cru en droit de m'étendre et d'admettre la seconde acception. Après m'être occupé exclusivement de l'homme animal, je m'adonne à présent à l'homme social.

La sociologie se divise naturellement en trois parties : l'ensemble des connaissances qui en sont la préface et rentrent dans ce que l'on considère d'une façon assez unanime comme l'anthropologie proprement dite, l'ensemble des documents pris à l'ethnographie et les applications à la pratique. La première concerne entr'autres la nature de l'homme, sa position vis-à-vis du reste de la création, les mobiles et le mécanisme de ses actes et le but que, rationnellement, il poursuit en tant qu'espèce. La seconde, mettant à profit ses études de toutes les sociétés, des plus sauvages aux plus civilisées, cherche s'il y a des lois générales qui président à leur transformation et leur progression dans le sens d'un mieux. La troisième à laquelle on réserve le nom de *Science sociale*, tenant compte des vérités établies dans les deux premières, s'efforce de trouver le meilleur *modus vivendi* conciliant autant que possible ce qu'il y a de contradictoire entre la réalité brute et les aspirations élevées des philanthropes, entre les besoins imprescriptibles de l'individu et les nécessités qu'impose l'association.

L'un des chapitres les plus intéressants de la première partie a trait aux relations entre le *moi*, les instincts et l'intelligence. C'est sur ce point que j'insisterai.

Tout au bas de l'échelle des organismes vivants et encore dans l'intimité des organismes supérieurs qui, de fait, ne sont que des assemblages des premiers, les actes ne sont que la réaction d'une cellule, d'un tissu, d'un organe en présence d'un excitant. A une étape moins basse quelques filets, puis un ganglion d'abord bien rudimentaire s'interposent entre l'excitation et la réaction, ce qui permet à l'acte d'être moins simple, sinon complexe relativement. A une étape plus avancée, çà et là des ganglions voisins associent leur action, par exemple dans l'extrémité céphalique des insectes et donnent déjà quelque unité aux actes d'ordre général. Un autre exemple d'association des ganglions aboutissant à une unité plus grande est

celle qui donne naissance à la moelle épinière. La dernière étape est celle où, à côté des ganglions céphaliques précédents, se crée un organe spécial vers lequel s'irradient accessoirement, habituellement mais non nécessairement, les excitations sensitives qui en principe n'ont pas à dépasser les ganglions ; organe dans lequel ces excitations soint examinées, rapprochées d'excitations diverses antérieurement emmagasinées et converties en volitions. C'est le cerveau des vertébrés.

Or, à quoi donner le nom de *moi* sinon à ce qui reçoit les excitations, donne les réponses et acquiert ainsi la connaissance de ce qui se passe dans la zone soumise à son action et par contre-coup de sa propre existence. Lorsque de semblables centres sont dispersés dans des ganglions plus ou moins rudimentaires, ayant chacun sa fonction locale propre, et non reliés ou mal reliés entre eux, qu'y a-t-il à y voir sinon une collection de *moi* séparés donnant autant de consciences particulières chacune restreinte à ce qui la concerne et sans ensemble. Lorsque plusieurs de ces ganglions et par conséquent de ces consciences locales se groupent et unissent leurs efforts, les *moi* additionnés qui en résultent, ont une action déjà plus étendue, ils répondent à des régions plus grandes du corps et, comme bientôt l'un de ces groupes tend à prendre la suprématie, un certain *moi* réel, une certaine conscience générale tend à présider aux actes d'un intérêt général. Lorsque enfin le *moi* et la conscience se déplaçant, se centralisent dans un organe nouveau, spécial, d'où plus libres ils planent sur les groupes de ganglions ; lorsque surtout cet organe a acquis son entier développement, comme chez l'homme, l'évolution est complète, l'unité ne laisse plus rien à désirer.

J'ai été ainsi conduit dans un travail précédent à admettre trois degrés de *moi* ou de conscience : 1° des *moi* rudimentaires, partiels, disséminés, chacun en rapport avec la partie à laquelle il répond, par exemple chez bon nombre d'invertébrés inférieurs ; 2° des *moi* confluents, groupés çà et là, l'un d'eux prenant bientôt la suprématie, par exemple chez les invertébrés supérieurs ; 3° un *moi* unique, cérébral chez les vertébrés, atteignant toute sa concentration et son individualité chez l'homme.

La question souvent débattue : les animaux ont-ils une âme et où commence-t-elle est ainsi résolue. Les animaux à *moi* ganglionnaires multiples ou régionaux n'ont pas d'âme. Les vertébrés à *moi* centralisé ont seuls une âme. Celle-ci, vague à l'origine, lorsque le cerveau commence, s'affirme à mesure que l'intelligence et avec elle la volonté se constituent et approchent de leur maximum dans l'espèce humaine.

Passons aux instincts. Nous avons dit qu'au bas de l'échelle l'acte simple n'est qu'une réaction locale. Plus haut, lorsque des filets nerveux et à plus forte raison un ganglion ont paru, la réaction se complique, se diversifie et se précise sous diverses formes. La différenciation commence par les excitations ; elles sont faibles ou intenses, s'irradient plus ou moins au sein des ganglions et au-delà, sollicitent telle ou telle réponse et se classent en bonnes, mauvaises et indifférentes. La spécialisation correspondante des actes suit ; elle est d'abord vague et un peu livrée au hasard ; les actes donnant de bons effets se répètent, les mauvais ne se produisent plus ou se produisent autrement. De cette façon ce qui est approprié au but fonctionnel se confirme, le *criterium* étant le bien ou le mal qu'en recueille la partie en jeu. Ainsi s'établissent des rapports constants entre une excitation donnée et l'acte qui doit lui répondre. Il n'est pas nécessaire qu'un moi quelconque, partiel ou groupé avec d'autres, intervienne. L'utilité est le régulateur. C'est elle qui harmonise les excitations et les réactions même complexes déjà. Ce qui est avantageux persiste, ce qui ne l'est pas disparaît et est remplacé.

L'auteur du récit de la Genèse, lorsqu'il raconte la création du ciel, de la terre, des plantes et des animaux, termine chacune de ses périodes de cette façon : « Dieu vit que cela était bon ». De même se poursuivent les progrès dans la voie du mieux et la consolidation des actes utiles, du simple au composé. Ce qui est bon persiste, ce qui est mauvais est abandonné.

Les mêmes excitations donnent les mêmes réponses chez les individus, puis de génération en génération l'habitude s'en établit, et se fixe par l'hérédité. C'est l'instinct, c'est-à-dire une habitude ou action réflexe coordonnée héréditaire plus ou moins étendue.

Nous venons de montrer que la physiologie n'a aucun besoin de faire intervenir un *moi* pour expliquer la différenciation et spécialisation progressive des actes. Les *moi* sont des effets, des acquisitions secondaires et non des causes premières. Toutefois, à mesure qu'ils se forment et prennent conscience d'eux-mêmes, ils concourent à la production et à la modification des instincts. Un crustacé fuit dans une direction opposée à l'impression désagréable que reçoit son organe visuel. Mais tôt ou tard le *moi* vague et diffus qui s'est constitué dans les ganglions céphaliques, garde le souvenir de la relation existant entre ladite impression visuelle et l'acte général de fuite auquel il se livre, le souvenir du déplaisir qu'il a pu en ressentir et qui le sollicite à modifier son acte ; il prendra un moyen terme, fera un crochet, s'enfouira plus ou moins vite dans le sable ou pas du

tout. Je pose en principe que l'appropriation des actes chez les invertébrés s'établit d'elle-même et que l'action du moi, c'est-à-dire de la conscience, est faible et ultérieure dans leur genèse. Suivez les allées et venues d'une mouche vulgaire ou d'une fourmi, excitez-la de diverses façons et lisez sur cette dernière les expériences notamment de Lubbock, et vous serez convaincu que l'excitation suivie d'une action réflexe mécanique plus ou moins étendue, explique cette action sans admettre l'éveil d'un moi céphalique plus latent que réel et son intervention active et vaguement consciente.

Chez les vertébrés et surtout chez les plus élevés, notamment chez l'homme, il en est autrement. Un *moi* indépendant des instincts et de leur mécanisme s'est constitué. Des ganglions du corps et pour plus de précision ici de la moelle, s'étendent les excitations qui mettent en jeu les actes habituels. Il les néglige ou porte son attention sur elles à sa volonté et n'intervient qu'à son gré pour graduer, suspendre ou modifier les actes que couramment elles déterminent.

Les psychologues de l'ordre des lettrés se complaisaient, il y a quelques années encore dans la formule suivante. Les animaux sont gouvernés par des instincts, l'homme par l'intelligence. Dans ces termes la proposition n'est qu'une demi-vérité. Les instincts existent et exerçent une action aussi impérative chez l'homme que chez les animaux. L'homme marche, nage, chante, cède à son impulsion première, se livre à un travail suivi habituel sans que sa pensée et sa volonté interviennent. L'intelligence d'autre part, nulle chez les invertébrés qui n'ont pas l'organe qui en est le siège, rudimentaire chez les vertébrés inférieurs, se développant chez les suivants, notamment l'éléphant, le chat, le chien et le singe, n'existe sérieusement que chez l'homme. Or, l'intelligence est ce qui donne au moi actif toute son efficacité ; c'est elle qui l'éclaire sur ses propres intérêts, sur les motifs et les effets de ses actes, qui apprécie le plaisir et la douleur immédiats ou éloignés qui en résultent et juge de leur conformité au but. Le moi n'a donc sa toute puissance, n'exerce toute sa suprématie sur les instincts que chez l'homme. On dit que l'habitude est une seconde nature chez lui, c'est une erreur, c'est la première comme chez les animaux ; la seconde, c'est l'intelligence, c'est-à-dire une force qui lui est presque propre et qui intervient facultativement, par intermittence seulement.

Non seulement l'homme a des instincts, mais ils y sont renforcés par un élément psychique qui, apparu chez les animaux dès la formation du *moi* et grandi avec ce dernier, acquiert sa plus grande influence lorsque le *moi* a atteint son plus haut degré de conscience

de son individualité. A l'origine les actes, comme je l'ai dit, s'établissaient et se différenciaient d'eux-mêmes dans le sens de l'utilité sans que le *moi* à peine indiqué eût à faire preuve d'existence. Peu à peu naquit dans ce *moi* le sentiment de bien ou de plaisir et de mal ou de fatigue, de douleur. Distinguer le plaisir et la douleur c'est être poussé à chercher l'un et à conjurer l'autre, c'est apporter son appui à l'action réflexe coordonnée et ajouter son stimulus propre aux stimulants venant du dehors. C'est ainsi que les actes de la reproduction qui à l'origine se résument en ceux qui assurent la fécondation puis en ceux qui poussent à la copulation, s'accompagnent dans cette seconde phase d'une impulsion ou d'un sentiment psychique dont le réveil spontané suffit pour exciter ces actes au même titre que certaines excitations périphériques. C'est ainsi que dans une troisième phase de la même évolution, celle que j'appelle conjugale, prend naissance un sentiment, plus psychique encore, qui progressivement conduit aux actes en rapport avec la constitution de la famille.

Une fois établi, l'élément psychique des instincts joue un rôle considérable. D'effet il devient cause, s'éveille sans consulter la volonté, sans lui donner le temps d'entrer en jeu et opère aussi bien que les excitations périphériques, le déclanchement, si je puis ainsi m'exprimer, des actes réflexes en rapport avec ladite impulsion.

Les instincts sont aussi nécessaires à l'homme qu'aux animaux. Sans eux, le *moi* devrait toujours être sur le *qui-vive* et prêt à répondre aux excitations venant du dehors ou surgissant en lui-même. Grâce aux impulsions et aux actes automatiques, le *moi* se repose ou pense, travaille, sans être distrait par des appels incessants et réserve son intervention pour les cas exceptionnels et nouveaux. L'indépendance du cerveau en est la conséquence.

Mais à côté de leurs avantages, les instincts ont leurs inconvénients. Empiriquement constitués dans le cours des âges, des siècles ou des successions de générations, ils sont un frein au libre essor de l'initiative. Ils ont pu se former à des époques et dans des conditions ne répondant plus à celles du présent. Le *moi*, en contribuant jadis à les former, a pu mal comprendre la nécessité réelle, a pu s'en laisser imposer par des apparences, par des nécessités accidentelles, par une société viciée, par un enseignement faux. L'intelligence est loin d'être infaillible. Certains individus sont faibles ; obéir à ses instincts, c'est obéir à la routine. Si l'on admet la nécessité de l'adaptation aux conditions nouvelles, l'amélioration de l'espèce et la possibilité pour l'intelligence de diriger le progrès, certains instincts

ne sauraient s'éterniser. Il était rationnel que chez les animaux les instincts priment une intelligence rudimentaire, il est rationnel que chez l'homme actuel l'intelligence prime les instincts, les remanie et les modèle à son gré.

Mais est-il sûr que l'intelligence fera mieux que l'empirisme de la nature? Il y a deux facteurs inconciliables à concilier : l'intérêt de l'individu qui naît, vit et meurt, et ne voit guère au-delà de lui-même, et l'intérêt de la Société qui a à s'occuper de la collectivité entière et de son bonheur aussi bien futur que présent. Or, ce qui convient à l'un peut ne pas convenir à l'autre, ce que l'un juge bon, l'autre peut le juger mauvais. Les principes qui dirigent l'individu sont d'ordre physiologique et zoologique, les principes qui doivent diriger les Sociétés sont d'ordre économique. Les Sociétés ne sont que des associations d'assurance mutuelle contre la nature et peut-être de défense contre l'évolution naturelle.

Les sociologues qui, après avoir envisagé les données que leur fournit l'ethnographie sur la marche et les transformations des Sociétés, voudront résoudre les questions pratiques que soulèvent les temps actuels, devront, si je ne m'abuse, fortement méditer au préalable les vérités qui précèdent et particulièrement celle se résumant ainsi :

La conduite de l'homme est une lutte incessante entre le *moi* sensible et intelligent, tel que l'ont façonné l'éducation et les circonstances dans la première et la seconde enfance, et les habitudes de sentir, de penser et d'agir que lui ont léguées ses ancêtres et qui parfois remontent aux origines mêmes de la race, de l'espèce sinon de l'animalité la plus éloignée.

Mon intention ici était de prendre un exemple et de montrer comment se comporte l'évolution pour édifier un instinct complexe, l'améliorer et lui faire donner tout ce que comporte le bien de la fonction à laquelle il répond. J'aurais choisi l'un des instincts majeurs, celui de la reproduction, et l'aurais montré dans la série animale aboutissant à l'instinct familial tel qu'il se présente chez l'homme et la femme physiologiquement bien doués du XIX^e^ siècle. En terminant, je me serais sans doute demandé si l'intelligence humaine a raison de vouloir toucher à ce que l'évolution empirique et progressive vers le mieux a mis tant de temps à édifier.

Mais je me suis laissé entraîner par ma préface et j'ajourne l'exécution de mon projet (1).

(1) Voir du reste une série d'articles en cours de publication dans le Monist de Chicago de 1895 à 1897 sous le titre suivant : Science et Foi ; l'homme animal et l'homme social. Je compte les terminer cet hiver.

MM. Emile COLLIN et CAPITAN

UN VILLAGE NÉOLITHIQUE DANS LE DÉPARTEMENT DE LA SEINE (VILLEJUIF)

[571.8 (44.35)]

— *Séance du 11 août 1897* —

A quelques kilomètres au sud de Paris, à côté et au nord de la redoute des Hautes Bruyères, de la Bièvre, dans une situation admirable dominant toute la vallée, existe une vaste exploitation de sables de Fontainebleau, au lieu dit : Les Sablons de la Bruyère.

A la partie supérieure de la coupe M. Laville a remarqué il y a quelques mois des fonds de cabanes où il a pu recueillir silex, ossements et poteries.

Sur ses indications nous avons pu étudier cette très curieuse station et fouiller nous-mêmes neufs foyers.

Ces foyers recouverts par l'humus (0,25^{c}) puis par une couche de limon de 0,65^{c}, ont la forme de vastes cupules de 1^{m},50 à 3^{m},50 de diamètre sur une hauteur de 0,75 à 0,85^{c} ; ordinairement circulaires, ils affectent parfois une forme elliptique.

Ils sont remplis par un sable argileux alternant avec des lits de cendres et renferment de gros blocs de meulière portant souvent les traces du feu.

Le contenu de ces foyers comprend des silex et des grès, des poteries, des ossements.

Silex et grès. — Nous n'avons rencontré que cinq éclats de hache polies et pas une seule pièce entière. D'ailleurs les formes industrielles indiquent une industrie néolithique primitive.

Ce n'est plus tout à fait du Campignien, puisqu'il existe quelques fragments polis, et pourtant l'industrie est presque identique.

Nous avons en effet rencontré des grattoirs en abondance, le plus souvent fabriqués d'une façon rudimentaire. Des tranchets les uns grossiers, deux sont très fins et tout petits rappelant ceux des dolmens.

Nous n'avons trouvé que deux retouchoirs. Les perçoirs sont nombreux, tantôt rudimentaires, tantôt soignés. Les burins sont fréquents et très nettement caractérisés. Tantôt les deux faces sont façonnées d'un seul coup, tantôt l'une est soigneusement retouchée. Nombre d'éclats portent la trace des retouches soigneuses pour dresser un taillant ou façonner une encoche ou une scie. De très nombreux éclats portent sur leur bord les éclatements indiquant un certain usage. Enfin il existe souvent une association de divers instruments sur une seule pièce : grattoir-encoche, grattoir-perçoir, etc. Notons aussi : des percuteurs, des nucléus, des masses anguleuses (pierres de fronde), des moulins formés de plaquettes de grès usées, des molettes en grès également et des plaquettes de grès, polies à la surface et nombreuses dans certains foyers.

D'ailleurs il est un fait que nous ne pouvons que signaler ici dans cette communication préalable, nous réservant d'y revenir plus en détail dans une étude complète. Ce fait est le suivant : l'étude minutieuse des nombreux silex (1026) que renfermaient ces foyers montre d'une façon évidente que les habitants de ces foyers utilisaient le silex pour un usage déterminé employant souvent un éclat quelconque ou le retouchant juste assez pour pouvoir l'adapter à un usage déterminé.

On peut dire que là il n'y a aucun souci de fabriquer un objet bien façonné mais seulement le désir de *façonner* un silex de *façon* à ce qu'il puisse exécuter le travail qu'on lui demande (racler, scier, percer, user).

Cette notion que nous développerons nous paraissait utile à indiquer ici.

2° *Poteries.* — Les fragments de poteries sont au nombre de 157. La plupart sont sans ornement, 6 à 7 seulement présentent une ornementation (en coup d'ongle, un avec une corde). Il y a parfois figuration de triangles. Nous avons trouvé une dizaine d'anses. La pâte renferme comme d'ordinaire des fragments de calcaire et de silex.

3° *Ossements.* — Nous n'en avons trouvé que trois portant des traces de sciage. Ils sont tous brisés et fendus, souvent éclatés ; leur nombre est de 225. Ils appartiennent en général, au bœuf, au cheval, au cerf, à des ovidés. Un os provient d'un oiseau.

Telle est cette intéressante station que nous pouvons rapprocher de celles de Villeneuve-St-Georges et Villeneuve-Triage, de Cormeilles-en-Parisis, que nous avons fouillées et décrites jadis. Elle constituait certainement comme les autres un important village, puisque d'après

les ouvriers, depuis 10 ans qu'ils exploitent cette carrière, ils ont constamment constaté sur une surface d'un hectare environ les mêmes traces de foyers avec de très nombreux objets (silex, poteries et os) auxquels ils n'accordèrent jamais aucune attention.

Dorénavant il n'en sera plus de même et nous espérons pouvoir faire revivre au moins par leurs restes nos lointains ancêtres, habitants du Paris néolithique.

M. Emile RIVIÈRE

Sous-Directeur adjoint de Laboratoire au Collège de France, à Paris.

LA GROTTE DE LA MOUTHE (DORDOGNE)

[571.81 (44.72)]

— Séance du 11 août 1897 —

I

Depuis 1887, j'ai entrepris, sous les auspices soit du ministre de l'Instruction publique, soit de l'Académie des sciences, soit aussi de l'Association française pour l'avancement des sciences, des recherches anthropologiques et paléontologiques dans l'arrondissement de Sarlat (Dordogne). Après avoir exploré ainsi un certain nombre de nouveaux gisements préhistoriques : les uns quaternaires ou paléolithiques, les autres néolithiques, gisements sur lesquels j'ai appelé à diverses reprises l'attention des sections d'anthropologie et de géologie, j'étais à la recherche de quelque station nouvelle à étudier, lorsque, le 2 septembre 1894, j'eus l'heureuse fortune de découvrir la grotte de La Mouthe.

Cette grotte, que son propriétaire croyait avoir entièrement vidée quarante-neuf ans auparavant — comme il me l'a dit lui-même le premier jour — pour la transformer en grange, ne l'avait été, en

réalité, qu'à l'entrée seulement et sur une faible étendue (1), ainsi que quelques coups de pioche le démontrèrent, l'année suivante (avril 1895) en mettant tout à coup à jour une étroite ouverture par laquelle MM. Ed. et G. Berthoumeyrou, pénétrant jusqu'à une distance d'un peu plus de 200 mètres, ont aperçu, *les premiers*, quelques-uns des dessins gravés sur ses parois qui font de la grotte de La Mouthe l'une des plus intéressantes cavernes trouvées jusqu'à présent (2).

. . . . . .

C'est au mois de juin 1895, en vertu de la mission que m'en avait confiée l'Académie des sciences, que je suis allé constater l'authenticité des gravures qui m'avaient été signalées et que j'en ai reconnu l'antiquité préhistorique, comme je le dirai plus loin.

Depuis lors, je suis retourné à La Mouthe à plusieurs reprises, d'abord la même année (août et septembre 1895), puis en 1896 (mars et avril — août et septembre — novembre) pour en poursuivre l'exploration méthodique et y relever à la fois par l'estampage et la photographie ses gravures et ses peintures à l'ocre.

Mais avant d'exposer les résultats de ces diverses campagnes, pendant lesquelles j'ai reçu dans la grotte un certain nombre de géologues, d'archéologues et d'anthropologistes, MM. Capitan, Cartailhac, Chauvet, Durand et Féaux (de Périgueux), Gosse (de Genève), Harlé (de Toulouse), etc., je pense qu'il convient de donner ici une description du gisement dont j'ai entrepris l'exploration (3). Et si deux d'entre eux ont fait, à cette époque, quelques réserves sur l'âge des dessins gravés, du moins jusqu'à mieux informé, c'est-à-dire jusqu'à ce que les travaux de fouilles soient plus avancés, les autres ont unanimement considéré ces dessins comme paléolithiques et magdaléniens.

Je crois devoir, à ce propos, citer ici le passage suivant du rapport fait par M. Maurice Féaux, au mois de septembre 1896, à la Société historique et archéologique du Périgord, à la suite de la visite qu'une

(1) Et encore d'une façon incomplète, puisque, à ma seconde visite, — le 8 septembre 1894 — je découvrais des restes de foyers intacts qui me donnèrent, en quelques instants, des silex magdaléniens, plusieurs dents de Renne, divers os fendus et brisés et une *Nassa neritea* percée intentionnellement d'un trou de suspension.

(2) L'Association française ne pouvant, en raison de sa longueur, insérer le travail complet de M. Rivière, le lecteur est prié de se reporter au mémoire et aux notes qu'il a publiés dans le *Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris*, année 1897, p. 303, 484 et 497.

(3) Depuis cette lecture, j'ai reçu encore à La Mouthe, entre autres visites d'anthropologistes et d'archéologues, dont la compétence est bien connue, celles de MM. Testut, professeur à la Faculté de médecine de Lyon, S. Pozzi, agrégé à la Faculté de médecine de Paris et membre de l'Académie de médecine, d'Ault du Mesnil, Capitan, professeur à l'Ecole d'anthropologie de Paris, venus — ce dernier pour la seconde fois — étudier les gravures de La Mouthe. Ils ont été unanimes à reconnaître l'antiquité préhistorique de ces gravures et à les considérer comme remontant au moins à l'époque magdalénienne.

délégation de ladite Société, composée de MM. de Roumejoux, président, marquis de Fayolle, vice-président, Durand, Aublant, Ladevi-Roche et Féaux, rapporteur, a faite à la grotte de La Mouthe, le 6 août 1896. Ce passage, exclusivement relatif à la question d'authenticité des gravures sur roche de cette grotte, est ainsi conçu :

« D'abord l'obturation de l'entrée du couloir par le dépôt de brèches, qui remplissaient primitivement la première grotte, a, de tout temps, empêché d'y pénétrer ; les représentations d'animaux, disparus de nos contrées depuis les temps quaternaires, n'ont pu être faites que par des hommes qui les connaissaient, leurs contemporains par conséquent. Reste la supposition d'une supercherie commise depuis la découverte de la caverne. Mais, outre la difficulté, on pourrait dire l'impossibilité, d'exécuter un pareil travail dans des endroits où l'on ne peut se tenir debout, l'existence de quelques-unes de ces gravures au plafond d'une chambre qui touche presque le dépôt d'argile, il faut aussi remarquer que la couleur des traits gravés est exactement la même que celle de la roche voisine, ce qui ne saurait être s'ils étaient de facture récente.

« Enfin, la comparaison de ces dessins avec ceux si connus, que l'on retrouve sur les os et les bois de Renne des gisements quaternaires, montre bien que ce sont les mêmes mains qui les ont faits et l'on y retrouve la même hardiesse de lignes et d'attitudes parfois réellement artistiques. Quant aux peintures, M. Piette n'a-t-il pas recueilli dans la grotte du Mas-d'Azil (Ariège), une nombreuse série de galets sur lesquels se voient des peintures rougeâtres représentant des points, des lignes dentelées en zigzags, des grecques ? » (1).

II

La grotte de La Mouthe est située au hameau de La Mouthe — d'où le nom que je lui ai donné — commune de Tayac, canton de Saint-Cyprien, arrondissement de Sarlat, département de la Dordogne.

Elle se trouve à l'altitude de 193 mètres soit à 123 mètres au-dessus du niveau de la voie ferrée qui passe à 3 kilomètres environ de là — cote de la station des Eyzies (chemin de fer de Périgueux à Agen). — Elle est presque au sommet d'une colline boisée, d'où la vue s'étend à une assez grande distance. Creusée naturellement dans le coniacien

(1) Maurice FÉAUX. — *Excursion à la grotte de La Mouthe, près les Eyzies* (Bulletin de la Société historique et archéologique du Périgord, 1896).

supérieur (crétacé supérieur), elle s'ouvre par une baie demi-circulaire large de 10m,95 et haute de 3 mètres dans sa partie la plus élevée, au bord d'une sorte de cirque peu profond, cultivé généralement en vigne et maïs et dont le plus grand diamètre ne dépasse guère 180 mètres.

Elle est précédée d'un petit plateau, descendant en pente douce vers le fond du cirque et dont le niveau était, le jour où je l'ai visitée pour la première fois, le même à peu près que celui de la grotte à l'entrée, par conséquent, à 6 ou 7 mètres au-dessus dudit fond.

Enfin, le hameau de La Mouthe (1) dont elle dépend, est à 300 mètres à peine du seuil de la grotte. J'ajoute, pour être aussi précis que possible, que l'orientation de celle-ci est Est-Sud-Est et que la roche dans laquelle elle est percée, est constituée d'après M. F. Fouqué, professeur au Collège de France, membre de l'Institut, qui a bien voulu en examiner un échantillon, « par un calcaire grenu, très peu cohérent et très impur, qu'elle est mélangée d'argile et qu'elle contient des grains de quartz ».

A dater du moment où j'ai entrepris l'étude de la grotte de La Mouthe, je l'ai explorée, en partie bien entendu, vu ses dimensions considérables, à cinq reprises différentes, comme je viens de le dire, en pratiquant une première tranchée, longue actuellement de 147 mètres.

Les résultats de ces cinq premières campagnes sont les suivants :

1° Le 24 juin 1895, à mon arrivée à La Mouthe, la grotte était, à partir du point où l'ouverture, semblable à celle d'un four, avait été découverte, absolument dans l'état où cette ouverture avait été reconnue par mon correspondant de Tayac, le 11 avril précédent, c'est-à-dire qu'elle était obturée presque jusqu'à la voûte. Cette ouverture demi-circulaire mesurait seulement, en effet, 37 centimètres dans sa plus grande hauteur et 62 centimètres de largeur;

2° Une première coupe du terrain, pratiquée de haut en bas à l'entrée, sur une hauteur de deux mètres environ et une largeur de près de trois mètres, m'a permis de constater tout d'abord deux couches très distinctes et très nettement séparées l'une de l'autre par une stalagmite plus ou moins épaisse, démontrant que la grotte avait été habitée *en ce point* par l'homme préhistorique *seul* à deux époques différentes :

A. Aux temps néolithiques. — En effet, la couche superficielle, plus ou moins noire, est exclusivement formée par des foyers de cendres et de charbon qui renferment, avec un certain nombre de silex taillés et un fragment de silex *poli*, des ossements d'animaux appartenant à l'époque

(1) Ce hameau comporte treize maisons et une trentaine seulement d'habitants.

géologique actuelle, genres *Canis*, *Equus*, *Sus*, *Lepus*, *Arvicola*, *Cervus*, (*le Cervus elaphus*) *Bos* de petite taille, etc. ; de nombreux morceaux de poteries grossières, primitives, et des ossements humains, dont quelques-uns paraissent provenir d'un seul et même sujet. Cette couche, dans laquelle on trouve aussi de nombreuses pierrailles, repose immédiatement sur la stalagmite qui la sépare de foyers beaucoup plus anciens, foyers paléolithiques.

B. A l'époque paléolithique ou quaternaire, géologiquement parlant, comme le prouve la faune dont j'ai recueilli, dans ce second milieu, un certain nombre de restes intéressants, tels entre autres que l'*Ursus spelæus*, *l'Hyæna spelæa*, le *Tarandus rangifer*, etc.

Dans ce même milieu, j'ai trouvé encore de nombreux silex taillés, les uns moustériens, les autres magdaléniens, enfin plusieurs solutréens. Je citerai, entre autres, une certaine quantité de burins simples ou doubles, dont quelques-uns, très gros, affectent des dimensions véritablement exceptionnelles ; quelques belles et grandes lames mesurant 13, 15, 16 et même 17 centimètres de longueur, des grattoirs, des pointes et des pointe-rolles.

J'ai découvert aussi dans ce même milieu :

a) Cinq canines de Cervidé percées (Pl. VI, *fig. 1*), une dent canine de petit Canidé (*Canis vulpes*), également percée (Pl. VI, *fig. 2*), ainsi qu'une coquille de *Nassa neritea*, perforée aussi, tous objets destinés à être portés comme bijoux ou amulettes.

b) Une quarantaine d'armes et d'instruments en os entiers ou brisés, parmi lesquels je dois signaler une pointe très bien faite, très fine, presque entière (soit une grande épingle, soit une longue aiguille brisée au-dessous du chas qui fait défaut). Elle est remarquable par sa longueur ; elle mesure, telle qu'elle est, 18 centimètres de long et seulement 3 millimètres dans sa plus grande largeur ; sa pointe est intacte ; une pointe de flèche entière, longue de $0^m,04$, à base taillée en biseau et striée de nombreux traits, à pointe mousse, légèrement aplatie sur les côtés (Pl. VI, *fig. 4*) ; une autre très belle pointe de flèche entière, sauf la pointe qui est légèrement émoussée ; la base en est amincie et forme un double biseau, sa longueur est de $0^m,05$ (Pl. VI, *fig. 5*) ; une sorte de poinçon au corps cylindrique, orné de nombreux traits dirigés obliquement sur toute sa longueur, qui n'est pas moindre de six centimètres et demi ; il est brisé à l'une de ses extrémités, par contre, sa pointe est intacte (Pl. VI, *fig 6*) ; trois autres pointes en os (aiguilles ou autres) très fines, mesurant respectivement $0^m,056$, $0^m,055$ et $0^m,034$ de longueur (Pl. VI, *fig. 7, 8 et 9*), plus un gros poinçon en os également, long de $0^m,078$, à pointe épaisse, mousse (Pl. VI, *fig. 10*), et une pointe de trait brisée à la base, très pointue à l'extrémité opposée (Pl. VI, *fig. 11*) ; un fragment de diaphyse osseuse, fendue dans sa longueur, qui présente une surface convexe, face externe de l'os et une surface plane, face interne ou médullaire parfaitement lisse et ornée sur toute sa longueur de traits peu profonds, s'entrecroisant en X ; cette pièce, arrondie à l'une de ses extrémités, brisée à l'extrémité opposée et longue de $0^m,065$, large de $0^m,017$, serait une sorte de lissoir, n'était son ornementation (Pl. VI, *fig. 12*).

c) J'ai découvert aussi, dans ces mêmes foyers, quelques autres os gravés de traits.

L'un d'eux, parfaitement creux dans toute sa longueur, est la diaphyse brisée, mais non fendue d'un os d'oiseau, longue seulement de 4 centimètres. Il a la forme d'un petit cylindre et sa surface externe est entièrement ornée, sur tout son pourtour, de trois séries de traits assez régulièrement espacés, perpendiculaires à l'axe de l'os, mais parallèles et profondément gravés (Pl. VI, *fig. 13*). Un autre fragment osseux est orné aussi, sur presque toute sa surface externe, non plus de traits, mais de points à peu près équidistants, au nombre de plus d'une centaine, tandis que les deux bords présentent, sur toute leur longueur, de petites encoches analogues à celles que l'on a signalées sur les marques dites de chasse ou à celles que l'on fait encore de nos jours, dans les campagnes, sur les tailles de boulanger. Ce fragment osseux mesure près de 8 centimètres de longueur (Pl. VI, *fig. 14*).

Je dois encore signaler deux autres os gravés de traits, mais beaucoup plus superficiellement : l'un est un fragment de côte, mesurant près de 10 centimètres de longueur et dont la surface externe présente des traits irréguliers comme disposition et comme longueur, tandis que l'un des bords porte six encoches profondes, creusées en V, assez régulièrement espacées (10 à 14 millimètres), dont, jusqu'à présent, je n'ai pas encore trouvé l'analogue (Pl. VI, *fig. 15*). S'agirait-il d'une sorte d'écriture ? L'autre os gravé, long de 9 centimètres environ, présente trois séries (assez distinctes par l'espace qui les sépare) de traits très rapprochés au contraire qui sont peut-être des signes de numération (Pl. VI, *fig. 16*).

Enfin, je ne dois pas omettre non plus de citer une petite pendeloque en os, sorte de petite olive percée d'un trou à son centre pour être portée suspendue (Pl. VI, *fig. 3*). Elle est entière et intacte et mesure 12 millimètres de longueur sur 4 millimètres d'épaisseur.

J'ajoute que je n'ai trouvé, dans les foyers quaternaires de La Mouthe, ni poteries, ni silex polis, bien entendu, ni, jusqu'à présent, le moindre ossement humain ;

3° A une faible distance de l'ouverture de la grotte, le gisement néolithique cesse complètement, laissant la stalagmite à découvert. Par contre, les foyers quaternaires persistent, mais en général, moins riches qu'à l'entrée, leur coloration est moins noire, ils revêtent une teinte rouge sombre qu'ils empruntent aux argiles auxquelles ils sont plus ou moins mêlés. Plus loin encore, ce ne sont plus, à proprement parler, des foyers véritables, mais c'est la couche d'argile plus ou moins pure, parfois comme sableuse qui renferme çà et là, avec les restes de la même faune quaternaire, des silex taillés. Enfin, en certains points, notamment à 61 mètres de l'entrée, on trouve de véritables accumulations de restes d'ours, des dents d'hyène et de nombreux coprolithes du même animal (1) ;

4° La grotte de La Mouthe a donc été, de par l'ensemble des objets qu'elle m'a fournis jusqu'à ce jour, non seulement habitée par l'homme préhistorique à deux époques très distinctes, mais encore elle a été, peut-être, à

(1) J'en ai ramassé actuellement une centaine bien conservés.

un moment donné, un repaire d'ours, et l'hyène des cavernes y a aussi séjourné ou, tout au moins, y a fait des incursions à plusieurs reprises et de plus ou moins longue durée ;

5° Quant aux animaux qui constituent la faune quaternaire, bien que je n'aie fait encore qu'une étude superficielle des restes qu'ils m'ont donnés, je puis dire qu'ils sont assez nombreux relativement au nombre de mètres cubes de terre extraits de l'entrée de la grotte. Ils appartiennent aux genres suivants :

FAUNE

A. MAMMIFÈRES

Insectivores.

Erinaceus.

Carnivores.

Ursus spelœus.
Ursus ind.
Meles taxus.
Canis lupus.
Canis ind. (1).
Canis vulpes.
Mustela foina.
Putorius.
Hyæna spelæa.
Felis catus ferus.
Felis lynx.

Rongeurs.

Arvicola amphibius.
Castor.
Lepus cuniculus.

Pachydermes.

Hippopotamus (?)
Rhinoceros.
Equus.
Sus.

Ruminants.

Cervus megaceros (?)
Cervus canadensis.
Cervus elaphus.
Cervus capreolus.
Cervus dama.
Tarandus rangifer.
Antilope (?).
Capra (primigenia ?)
Bos priscus.
Bos ind.

B. REPTILES

Rana.

C. OISEAUX

Les restes d'oiseaux sont assez rares ; ils ne sont pas encore déterminés en tant que genres et espèces auxquels ils appartiennent.

D. MOLLUSQUES

Coquilles fossiles.

Rhynchonella.

Coquilles vivantes.

Nassa neritea.
Patella.

(1) Un Canidé de taille moyenne, intermédiaire au loup et au renard.

J'ajoute ici, parlant de la faune, que les animaux prédominant à La Mouthe sont : le Renne qui m'a donné, entre autres pièces intéressantes, un bois mesurant 72 centimètres de longueur, et l'Ours dont j'ai recueilli cinq têtes, dont deux à peu près entières (1), notamment celle d'un jeune animal ; plus de 70 mandibules de tous âges, une cinquantaine de dents canines, plus de 150 dents molaires, plusieurs os péniens et un très grand nombre d'ossements, dont quelques-uns seulement sont entiers (radius, cubitus et os des pattes).

A partir de 110 mètres environ de l'entrée, c'est-à-dire dans la partie reculée de la grotte, dont les parois sont, en maints endroits, recouvertes d'une stalagmite d'épaisseur très variable, — depuis quelques millimètres jusqu'à 10, 15 et même 20 centimètres — et où les stalactites forment ici de véritables piliers de plus d'un mètre de circonférence, là de graciles colonnettes, enfin où le passage est aussi des plus étroits et des plus difficiles, le sol est formé par une argile rouge, plus ou moins compacte, d'une puissance variable, mais toujours de plus d'un mètre, atteignant parfois presque la voûte de la grotte. Cette argile, enfin, d'une très grande pureté et d'une qualité parfaite au point de vue industriel, ainsi que certaines terres cuites — pièces artistiques — fabriquées avec elle m'en ont donné la preuve (2), recouvrait en partie quelques-uns des dessins gravés sur les parois de la grotte, paraissant témoigner ainsi de leur antériorité à son dépôt dans les salles où je les ai découverts. Elle renferme, avec çà et là, des traces de matières charbonneuses, une faune moins nombreuse comme espèces animales, — mais toutes quaternaires — moins nombreuse également comme restes de chacune d'elles. Les silex taillés y sont aussi en petit nombre et semblent avoir été roulés par les eaux qui ont apporté les argiles dans la grotte. Les animaux sont l'Ours et l'Hyène des cavernes, un Equidé, le Renne, le Bison, etc.

De l'Ours, je citerai principalement des dents, des mâchoires et quelques os, notamment une patte provenant d'un animal extrêmement jeune ; de l'Hyène *(Hyæna spelæa)*, une très belle mandibule avec toutes ses dents et quelques coprolithes ; du Renne enfin, des dents et quelques fragments de bois ;

5° C'est le 11 avril 1895, comme je l'ai dit en commençant, que les premiers dessins, gravés sur les parois de la grotte, ont été aperçus par mon correspondant de Tayac, lequel, sur ma demande, avait pénétré dans la dite grotte; aussi loin qu'il lui avait été possible de le faire, malgré l'étroitesse du passage, étroitesse telle, avant l'établissement de la tranchée ouverte par mes ouvriers, que l'on ne pouvait avancer que lentement et en *rampant*. Or, ces dessins, non seulement ne sont pas apocryphes, mais aujourd'hui et après une minutieuse étude ils ne me paraissent pas pouvoir laisser de doute sur leur ancienneté, et j'espère qu'avec le temps, ceux-là même qui ont été le plus hostiles à cette ancienneté finiront par l'admettre. Je comprends très bien que toute découverte

(1) Les autres ont été brisées de main d'homme et toutes dans la même région du crâne.

(2) Notamment, la reproduction d'une statue du Louvre, la Baigneuse d'Allegrain, obtenue avec un bloc d'argile de la grotte de La Mouthe, en 1895, par M. Paul Escande qui me l'a offerte peu de temps après sa visite à la grotte.

nouvelle doive, pour être acceptée, être discutée scientifiquement et sérieusement ; je comprends très bien que les gravures de La Mouthe, étant les premières signalées, — je fais ici momentanément abstraction de celles de la grotte d'Altamira (Espagne) qui ont été considérées autrefois comme « datant d'une époque où l'éclairage était très perfectionné » (1), j'y reviendrai tout à l'heure, — aient, au premier moment inspiré des doutes et que l'on ait pu croire que j'étais ou le jouet de quelque illusion — le mot a été prononcé il y a deux ans et reproduit encore en ces derniers temps contre toute évidence — ou victime de quelque supercherie. Moi-même, dès qu'elles me furent annoncées, j'eus quelque peine à y croire. Mais à la suite de ma première visite dans la grotte, je ne pouvais plus en méconnaître l'ancienneté et si, même après les avoir vues, de mes propres yeux vues, si, après avoir étudié les conditions dans lesquelles elles avaient été découvertes, les conditions dans lesquelles elles se trouvaient, je gardais encore quelque réserve dans mes premières communications, c'était uniquement par prudence, tant on s'était efforcé de me mettre en garde contre moi-même. Mais ma conviction était faite : *les gravures de La Mouthe étaient des gravures préhistoriques*. Non seulement quelques-uns des traits gravés se prolongeaient *sous* la stalagmite — je sais bien que dans certains milieux celle-ci peut se former rapidement, je sais bien aussi qu'en certains points de ma grotte, les suintements continuent chaque jour encore, mais ils se font assez loin de l'endroit où sont les gravures — ils se prolongeaient aussi sous l'argile rouge, qui constitue le sol de la grotte à partir d'une certaine distance de l'entrée et dont le niveau supérieur dépasse généralement l'extrémité des pattes des animaux gravés. D'où il résulte que le dépôt argileux, tout au moins dans ses couches supérieures, s'est fait *postérieurement* aux dessins gravés. Or, ce dépôt, jusque dans ces dites couches, renferme en plus ou moins grand nombre, selon les endroits explorés, toute une faune quaternaire représentée principalement par *l'Ursus spelæus, l'Hyæna spelæa, le Tarandus rangifer*, etc. C'est ainsi, par exemple, qu'à proximité du Bison gravé, j'ai trouvé de nombreux restes de l'Ours, plusieurs fragments de bois de Renne et une très belle mandibule d'Hyène des cavernes, pourvue de toutes ses dents, celle-là même dont je viens de parler. De sorte que, dans ces conditions, les gravures préhistoriques de La Mouthe devraient être considérées, de par ce milieu même, comme contemporaines des espèces animales quaternaires sus dites, géologiquement parlant.

Ces faits, je n'ai pas voulu être seul à les constater, mais plusieurs savants — géologues et anthropologistes bien connus — que, désireux de m'entourer de toutes les garanties scientifiques possibles, j'avais invités à venir étudier avec moi, sur place, les gravures de La Mouthe, les ont reconnues aussi sans hésitation comme préhistoriques. Je puis citer notamment : MM. Capitan, Cartailhac, Durand et Féaux (de Périgueux), Gosse (de Genève).

Et, du reste, quoi d'extraordinaire que quelqu'un de ces artistes des temps préhistoriques auxquels on doit — pour ne citer ici que ceux des bords de la Vézère, contemporains de ceux de La Mouthe — les remar-

(1) Edouard Harlé. — La grotte d'Altamira, près de Santander (Espagne), in *Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme*, 1881.

quables gravures et sculptures sur os, ait cherché à graver sur les parois des grottes, sur les murs pour ainsi dire de son habitation, des dessins analogues à ceux qu'ils réussissaient si bien sur les os, l'ivoire et les bois de certains animaux ? Et ce qui semble bien prouver que l'on a affaire aux mêmes peuplades ou tribus, c'est que lorsqu'on examine avec soin les uns et les autres de ces dessins, on y retrouve la même facture, à la fois la même hardiesse de traits et la même incorrection, en somme, une véritable parenté entre eux.

La seule question susceptible de soulever des objections est celle de l'éclairage; car la grotte de La Mouthe est, dans la partie où l'on rencontre les gravures sur roche, dans la plus complète obscurité, celles-ci commençant à plus de 90 mètres de l'entrée. A quels moyens l'homme de ces temps primitifs avait-il recours pour s'éclairer sans enfumer les parois de sa demeure ? Et cette fumée elle-même — si fumée il y eut — n'a-t-elle pu disparaître avec le temps ? Mais, d'autre part, ne pouvait-il pas exister à l'époque quelque ouverture au plafond de la grotte, permettant soit à la lumière du jour d'y pénétrer, soit à la fumée de s'échapper sans laisser de traces ?

Quoi qu'il en soit de ces hypothèses que je n'ai pas cru devoir passer sous silence, toujours est-il que les dessins gravés et coloriés existent dans la grotte de La Mouthe, lesquels ont été exécutés aux temps préhistoriques.

Et cette découverte, je m'empresse de le dire, se trouve heureusement confirmée par celle d'un de nos collègues bien connu : M. François Daleau (de Bourg-sur-Gironde).

En effet, M. François Daleau m'annonçait le 2 septembre dernier (1896) « qu'il explorait, depuis plusieurs années, une caverne quaternaire dont « les parois portent des gravures peu déchiffrables. Le rocher, ajoutait-il, « est mal éclairé, peu dur et humide, les creux sont à peu près remplis de « terre détrempée ». Il s'agit de la grotte de Pair-Non-Pair, dont les gravures « remonteraient à l'époque de Solutré », ainsi qu'il me l'a écrit dans sa lettre du 19 mai dernier où, en réponse à quelques questions que je lui avais adressées, il me fait connaître les faits suivants :

1° Les gravures de la grotte de Pair-Non-Pair représentent des animaux réduits, difficiles à déterminer et dont le plus grand mesure : hauteur, $0^m,90$; longueur, $1^m,50$, et le plus petit : hauteur, $0^m,35$ et longueur, $0^m,45$. Six de ces animaux sont à peu près visibles, mais il en est d'autres qui ne sont pas entièrement *décapés* des dépôts terreux ou calcaires qui les couvrent en partie;

2° Les dessins sont vers le centre de la caverne, sur un point éclairé. Ils sont groupés à peu près en face les uns des autres, sur les parois latérales. M. Dalçau ajoute qu'il a « constaté des traces de *rouge* (peroxyde de fer) sur un seul animal; que l'un des animaux gravés de Pair-Non-Pair présente un grand air de famille avec l'un de ceux de la grotte de La Mouthe » celui qui est représenté plus loin *(fig. 1)*.

Il y a là, en effet, je le crois bien, une grande analogie et c'est pourquoi j'ai cru devoir reproduire ci-dessus le passage de la lettre de

M. Daleau (1). M. E. Pictte, qui a vu les gravures rupestres de Pair-Non-Pair, m'écrivait aussi, au mois de décembre de l'année dernière, qu'elles étaient « placées près de l'entrée, de manière à être frappées de la lumière du jour et même par les rayons du soleil et aperçues par toutes les personnes entrant dans cette demeure souterraine » —, ce en quoi elles diffèrent absolument de celles de La Mouthe, situées à plus de 90 mètres de l'entrée de la grotte, par suite, en pleine obscurité, — « elles étaient, dit-il, complètement « masquées par les assises éburnéennes et solutréennes et n'ont été mises « à découvert que par l'enlèvement de ces assises. Elles ne peuvent donc « pas être plus récentes qu'elles et leur date, ajoute-t-il, est fixée incon- « testablement aux premières époques de la période glyptique ». M. Piette n'y a reconnu aucune trace de peinture, mais il pense que leur découverte permet de considérer les peintures rupestres des cavernes de l'Espagne (2) et celles de La Mouthe — qu'il n'a pas encore vues — comme quaternaires ou au moins de l'époque de transition.

D'autre part, M. Félix Regnault (de Toulouse) m'écrivait le 25 avril dernier, « que mes découvertes de peintures préhistoriques dans la grotte de La Mouthe avaient éveillé ses souvenirs et qu'il venait de revoir une caverne (3) qui renferme des dessins à la sanguine d'animaux et d'objets indéterminés, dessinés sur les parois de la dite caverne ».

A ce second fait, s'il est authentique, faut-il ajouter celui qui m'a été signalé à la fin de l'année 1895, par M. E. A. Martel, c'est-à-dire celui dont M. Léopold Chiron, instituteur à Saint-Just-l'Ardèche, parle dans une note sur *le magdaléen du Bas Vivarais*? (4) Dans ce travail, que M. Martel me fit alors envoyer, l'auteur consacre à la grotte de Chabot, située à Aiguèze (Gard), quelques lignes accompagnées de deux gravures : « l'une de la paroi de droite du rocher intérieur avec dessins entaillés, sur laquelle on voit des lignes formant le corps d'un homme, les bras pendant le long du corps et les jambes écartées ; l'autre de la paroi de gauche du rocher intérieur où l'on voit un arc tendu ». Il y a ensuite, ajoute l'auteur, qui se borne à dire que la grotte a été habitée par le type *magdaléen*, sans traiter la question de la contemporanéité ou de la non-contemporanéité des dessins et de la faune, « il y a tant de lignes tracées les unes sur les autres qu'il est difficile de « distinguer ce qu'on a voulu y graver. Les dessins se continuent sous « une couche de stalactite de huit centimètres d'épaisseur ».

Cette grotte, dans laquelle M. Chiron a trouvé de nombreux restes de rennes, accompagnés de beaucoup de silex magdaléniens, a son ouverture à dix mètres « au-dessus du cours de la rivière d'Ardèche » (5).

(1) Peu de temps après la lecture de cette notice, j'ai visité, sur l'aimable invitation de M. Daleau, la grotte de Pair-Non-Pair et je n'ai pas été peu frappé de l'analogie remarquable qui existe entre les gravures sur roche de cette grotte et celles de La Mouthe. Les deux découvertes se confirment ainsi absolument.

(2) Il s'agit de la grotte d'Altamira signalée plus haut.

(3) La grotte de Marsoulas (Haute-Garonne), d'après une seconde lettre de M. Regnault du 3 de ce mois (3 juin 1897).

(4) *Revue historique, archéologique, littéraire et pittoresque du Vivarais*, tome I, p. 437-442, année 1893.

(5) Notre savant collègue, M. le docteur Paul Raymond, a fait aussi une communication à la Société d'Anthropologie de Paris, dans la séance du 3 décembre dernier, sur la grotte de Chabot. Il y rappelle que M. « Chiron avait cru reconnaître en 1889, dans ses gravures un arc tendu, des oiseaux et cinq ou six personnages enchevêtrés, mais que lui n'y a

Quant à la grotte espagnole d'Altamira, située dans la commune de Santillana del Mar (province de Santander) et sur laquelle don Marcelino S. de Santuola a, le premier, en 1880, appelé l'attention (1) et sur laquelle aussi un paléontologiste bien connu, M. Edouard Harlé (de Toulouse), ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, a publié une intéressante notice l'année suivante (2), après l'avoir explorée, on sait que c'est une grotte de l'âge du renne, sans le renne, une grotte magdalénienne, de par les restes de l'industrie de ses habitants primitifs (aiguilles, pointes de traits, de sagaies et de harpons en os, ornés de traits) qui y ont été trouvés (3).

Découverte par un chasseur, vers 1868, elle a été étudiée très sommairement, une première fois en 1875, puis plus sérieusement en 1879, par M. de Santuola qui aperçut, par hasard, dans cette seconde visite, *des peintures représentant divers animaux*. Il explora aussitôt, avec soin, toute la grotte et y trouva beaucoup de dessins. « Or, ces dessins, dont M. Edouard Harlé donne une description détaillée, sont tracés à l'ocre rouge, au charbon, ou gravés dans la roche. Ils représentent des bœufs tous munis d'une bosse » — absolument comme le bison de la grotte de La Mouthe — « un cheval (?) » — peut-être comme l'Equidé aussi de La Mouthe — « et une biche ». Ils sont encore, comme dans ma grotte, généralement de grande taille ($1^m,25$ à $2^m,20$) Enfin, comme dans celle-ci, si « la peinture de quelques animaux recouvre franchement plusieurs stalactites, cependant l'inverse a lieu pour une partie du cheval douteux ».

Mais à côté de ces grandes analogies entre les deux grottes de La Mouthe et d'Altamira, analogies telles qu'on pourrait peut-être les considérer au point de vue de la décoration de leurs parois, comme contemporaines, de même qu'elles le sont déjà par l'industrie de leurs habitants, il existe de très grandes différences. C'est tout d'abord la faune qui est très nettement quaternaire à La Mouthe comme le prouve la présence du *Renne*, *de l'Ursus spelæus*, de *l'Hyæna spelæa*, etc., alors qu'elle paraît représentée à Altamira par des animaux actuels (Cerf élaphe, cheval, bœuf, renard). C'est ensuite l'aspect même de certaines peintures d'Altamira qui ont paru à M. Harlé fort récentes et sont nombreuses, tandis qu'à La Mouthe, les gravures passées à l'ocre sont rares et offrent un caractère ancien. Il est vrai que dans la grotte espagnole, certains dessins rouges et noirs (y compris peut-être, dit M. Harlé, une partie du cheval douteux) sont considérés par lui comme plus anciens, c'est-à-dire comme « datant de quelque temps, mais

jamais rien vu de semblable, non plus que certaine « délégation de l'Académie de Vaucluse qui, en 1891, n'y voyait rien de plus, à son tour, qu'une série de lignes gravées grossièrement, sans esprit de suite et d'assemblage bizarre ».

Pour notre collègue, ces traits sont comme de véritables hachures et non des dessins sauf en un point, où il existe une étoile formée par la réunion de deux triangles, en partie inscrits l'un dans l'autre et dont les sommets sont opposés. Quant à l'époque à laquelle ces traits remontent, M. Raymond ne croit pas pouvoir se prononcer, quoique la grotte soit magdalénienne, et ce n'est que comme pierre d'attente qu'il les a signalés. (Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris, tome VII, 4e série, 1896, p. 643).

(1) Dón Marcelino S. de Santuola. — *Breves apuntes sobre algunos objetos prehistoricos de la provincia de Santander*. — Madrid, 1880.

(2) Edouard Harlé. *La grotte d'Altamira près de Santander (Espagne)*, in Matériaux pour l'histoire primitive de l'homme, XVIIe année. Toulouse, 1881.

(3) M. E. Cartailhac, qui, dans son bel ouvrage sur *les Ages préhistoriques de l'Espagne et du Portugal*, consacre plusieurs pages à la grotte d'Altamira (p. 39-43), ne parle pas de ses gravures ni de ses peintures.

non pas, bien s'en faut, de l'époque des débris », c'est-à-dire de l'époque des silex, qui sont tous magdaléniens. Du moins, telle était, en 1881, et jusqu'à l'année dernière, l'opinion de M. Harlé.

Depuis lors, j'ai eu le plaisir, l'été dernier, de recevoir la visite de M. Harlé dans ma grotte qui l'intéressait vivement et qu'il a pu étudier à loisir. Son opinion sur Altamira s'est-elle modifiée ? je l'ignore ; ce que je sais seulement, c'est qu'il m'a paru admettre les gravures et les peintures à l'ocre de La Mouthe, comme préhistoriques, sans, cependant, se prononcer d'une façon définitive, et aussi comme présentant une certaine ressemblance avec celles d'Altamira.

J'espère, du reste, pouvoir aller, à mon tour, étudier ces dernières sur place sinon cette année, du moins l'an prochain, en vertu de la mission qui m'en a été confiée par le Ministère de l'Instruction publique en 1896 et que, seules, des difficultés budgétaires m'ont empêché d'accomplir jusqu'à présent malgré le vif intérêt qu'elles me paraissent offrir, ne serait-ce qu'au point de vue d'un examen comparatif.

Je me borne donc, pour le moment, à signaler à la fois analogies et ressemblances, sans en tirer encore aucune conclusion formelle. Et, cette longue digression terminée, à laquelle je me suis laissé entraîner afin de placer sous vos yeux sans aucun parti pris, sans idée préconçue, toutes les pièces du procès, je reprends l'exposé des résultats de mes recherches à La Mouthe, non cependant sans dire, auparavant, quelques mots des gravures sur roche des Lacs des Merveilles ou du Val d'Enfer en Italie (1), que je suis allé étudier sur place en 1877. Quoique probablement préhistoriques (2), ces gravures n'offrent aucune ressemblance avec celles de La Mouthe, ni comme facture — elles sont faites à la pointe et non au burin comme ces dernières — ni comme dessins représentés, ni comme époque, convaincu qu'elles remontent — date la plus éloignée — à l'âge du bronze, de par les objets figurés ;

6° La tranchée, que j'ai fait commencer au mois de juin 1895 et que j'ai poursuivie depuis lors à chacune de mes campagnes et toujours sous mes yeux, est aujourd'hui parvenue à 147 mètres de l'entrée de la grotte. Elle est actuellement ouverte sur une largeur et une hauteur à peu près suffisantes pour que l'on puisse passer presque partout debout, sans être obligé de se courber, si ce n'est dans la partie terminale. Mais arrivé en ce point, c'est-à-dire à la distance ci-dessus de 147 mètres, j'ai constaté que l'on pouvait pénétrer au-delà, sur une nouvelle longueur de soixante-dix mètres environ, mais seulement en rampant sur le ventre, tant la stalagmite se rapproche de la voûte ;

7° Sur plusieurs points de ce nouveau parcours, quelques coups de marteau ont mis à découvert des os et des dents soudés dans la stalagmite. Mais à cette distance de 217 à 218 mètres, le passage se rétrécit tellement qu'il est impossible de le franchir sans briser les stalactites ou la stalag-

(1) Emile Rivière. — *Gravures sur roche des lacs des Merveilles, au Val d'Enfer,* en Italie (Association française pour l'avancement des sciences, Congrès de Paris, 1878).

(2) A moins qu'elles soient contemporaines du passage d'Annibal, auquel cas elles seraient sans doute l'œuvre de quelqu'une de ces hordes qui suivaient l'armée du célèbre général carthaginois.

mite qui l'obstruent, ce que je me propose de faire dans une prochaine campagne, afin de pénétrer au-delà et d'y poursuivre mes recherches. Je tiens, bien entendu, à reconnaître le fond de la grotte et à me rendre



Fig. 1.

compte ainsi de sa longueur et de sa direction, avant de reprendre, dès le seuil, les fouilles commencées il y a deux ans. Déjà, par des sondages, j'ai voulu savoir la hauteur du gisement, qu'il s'agisse de foyers ou de dépôts argileux, notamment par un puits d'une certaine largeur, et j'ai constaté que l'épaisseur des couches était de quatre mètres environ, de la surface du sol au roc ;

8° Enfin, j'ai remarqué encore, à quelques mètres de distance du point où la tranchée s'arrête actuellement, l'existence d'autres dessins gravés sur les parois de la grotte, mais je ne pourrai me rendre un compte exact de ce qu'ils représentent, que lorsque les fouilles seront plus avancées ;

9° Quant aux dessins que j'ai pu étudier et qui sont la découverte la plus importante faite dans la grotte de La Mouthe, puisqu'ils faisaient de celle-ci, naguère encore, une grotte *unique* en France, ils sont de deux ordres : les uns consistent en de simples gravures au trait, faites sur les parois mêmes et la voûte de la grotte ; les autres en des gravures du même genre, mais dont certains traits ont été passés à l'ocre, revêtant ainsi une teinte rouge brun plus ou moins foncée ; enfin, un troisième genre de dessins est plutôt une sorte de striage de la roche, dont les traits ont été coloriés ensuite en brun de la même manière, plutôt dis-je qu'une gravure véritable.

Les premiers et les seconds représentent uniquement des animaux. Ils sont gravés en creux à même la roche, pour la plupart, assez superficiel-

lement, de sorte que l'estampage en est souvent fort difficile. Cependant j'ai pu prendre, par le procédé de Lottin de Laval, ceux de deux animaux : un bison, — c'est le seul, quoique j'aie fait jusqu'à présent, dont l'estampage ait tout à fait réussi — et un autre animal, dont le train de derrière semble être celui d'un bovidé, tandis que la tête, malheureusement un peu fruste, paraît être celle d'un Equidé à la crinière courte et hérissée, à la tête se terminant par un museau fin et allongé (*fig.* 1). Un garrot court, un poitrail très développé donnent à l'animal — du moins dans la partie antérieure — un aspect trapu, d'autant plus que les membres de devant sont courts, tandis que le reste du corps est allongé. Enfin, la croupe est bien faite, et la queue mince, longue de $0^m,53$, dirigée obliquement de haut en bas, se termine par une touffe de poils assez épaisse, analogue à celle d'un bovidé.

Quoi qu'il en soit, Equidé ou Bovidé, à moins qu'il ne s'agisse peut-être de quelque Antilope, cet animal mesure, de l'extrémité du museau à celle de la queue, $1^m,88$ de longueur. L'image en est gravée sur la paroi gauche de la grotte, à 95 mètres de l'entrée, au milieu d'autres animaux dont je n'ai pas encore pu prendre l'image.

Les seules photographies obtenues jusqu'à présent, non sans les plus grandes difficultés, je les dois au concours dévoué d'un savant géologue de Périgueux, collaborateur de la carte géologique de France,



Fig. 2.

M. Ch. Durand, conducteur des Ponts et Chaussées, qui a bien voulu mettre à ma disposition ses talents photographiques. Nous ne sommes parvenus à reproduire ces gravures, après de nombreux essais

d'éclairage, qu'avec une intensité de lumière de 150 bougies environ et des poses de 5 et 6 heures (1).

Dans ma prochaine campagne, nous nous proposons de continuer



Fig. 3.

à photographier les autres gravures par tel moyen qui nous paraîtra le plus pratique et le plus sûr, ou qu'on voudra bien nous indiquer.

En résumé, les photographies prises jusqu'à présent ou mieux celles d'entre-elles qui nous ont donné quelques résultats sont au nombre de six, y compris celle que j'ai décrite tout à l'heure :

Ce sont :

1° Une vue extérieure de la grotte telle qu'elle était le jour où je l'ai découverte en 1894 ; je n'insiste pas ;

2° Celle de l'Equidé ou Bovidé décrite ci-dessus *(fig. 1)* ;

3° Une photographie représentant, sans aucun doute possible, je crois, grâce à son énorme bosse, ainsi qu'à la barbe qu'il porte sous le menton, un Bison *(Bos priscus)*.

L'animal (*fig.* 2) est gravé de profil à 102 mètres de l'entrée de la grotte et sur la paroi gauche également. Les dimensions du dessin sont loin d'être celles de l'animal ($0^m,91$ de longueur du frontal à l'extrémité de la queue, sur $0^m,52$ de hauteur).

(1) Et encore les épreuves obtenues ne nous satisfont-elles que d'une façon très relative.

La tête est petite et, cette fois par exception, assez bien dessinée, moins fruste en tous cas que celle des autres animaux gravés. Les cornes sont bien faites et se rejoignent presque par leurs pointes formant un cercle presque complet; mais elles n'ont pas l'implantation ordinaire des cornes du Bison. Sous la mâchoire inférieure, on aperçoit de nombreux poils. Quant à la bosse qui caractérise surtout ce Bovidé, elle est énorme et hors de proportions avec les dimensions de l'animal ; elle commence, pour ainsi dire, dès les premières vertèbres cervicales et atteint en arrière presque l'origine de la queue. Celle-ci, large à son insertion, s'incurve d'une façon assez prononcée, de haut en bas, et se termine en pointe effilée. Les pattes bien faites, de même que le train de derrière, sont relativement un peu grêles et longues. La ligne du ventre est légèrement convexe en bas ;

4° La quatrième photographie représente deux animaux difficiles à distinguer nettement même sur la roche et dont on n'aperçoit que le train de derrière, ils sont l'un au-dessus de l'autre et voisins du Bison, à moins d'un mètre de distance, sur la même paroi et le précédant. Cette photographie mal venue, en raison des difficultés du travail, sera recommencée.

5° La cinquième photographie est encore celle d'un Ruminant, dont la gravure se trouve à 147 mètres de l'ouverture de la grotte. En ce point, la roche offre plusieurs dessins gravés représentant tous des animaux ; mais un seul a pu être jusqu'à présent photographié, les travaux de déblaiement

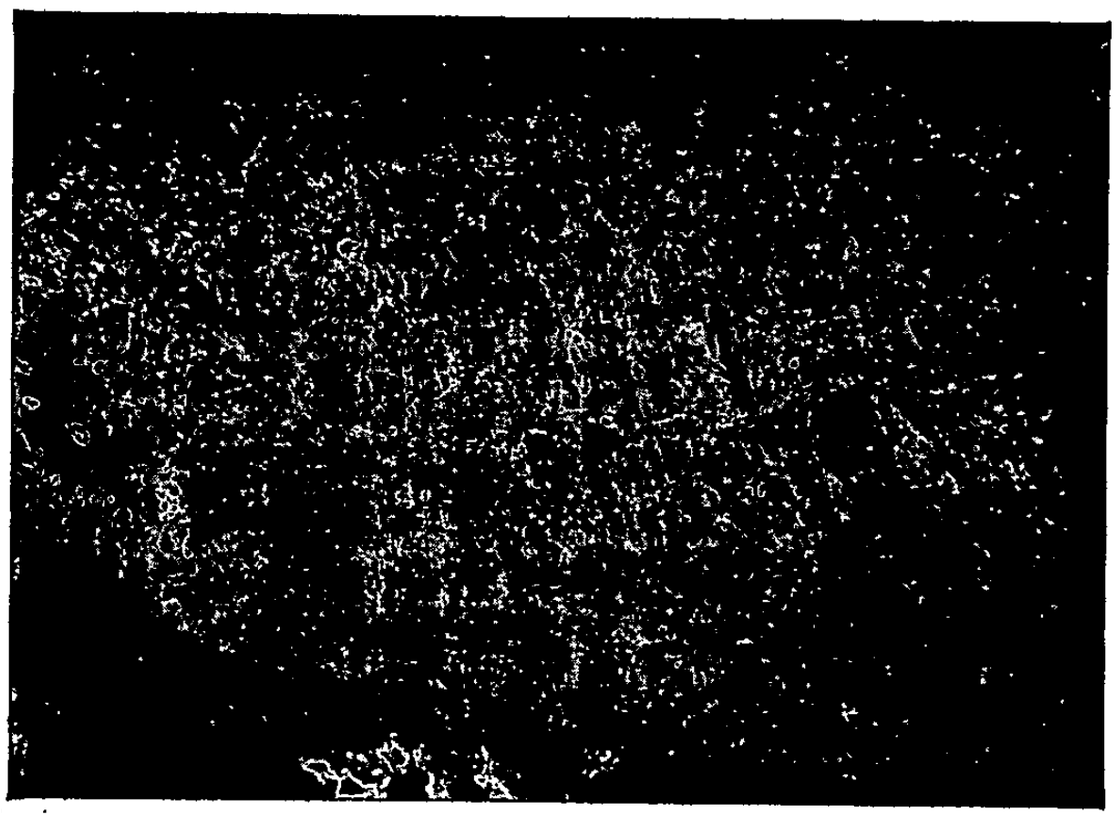


FIG. 4.

n'étant pas suffisamment avancés et présentant, dans cette partie reculée, les plus grandes difficultés.

L'attitude de l'animal est celle du repos, les pattes antérieures projetées en avant, comme raidies *(fig. 3)*. La tête, comme toujours très fruste et à peine visible, est renversée en arrière; elle paraît surmontée de bois assez

longs reposant sur le dos. Le corps est gravé d'une façon remarquable, surtout la croupe et les membres postérieurs, lesquels sont non seulement gravés, mais encore coloriés avec soin en rouge brun, presque noir, notamment au niveau des articulations et des sabots. La queue, très courte (0^m,06), est relevée et formée par une touffe de poils. Le ventre semble être celui d'une femelle pleine, près de mettre bas. Enfin, ce qui appelle surtout l'attention, c'est une série de taches ocreuses, brun foncé, s'étendant au nombre de dix, sur une seule ligne et à des intervalles à peu près égaux, sur les flancs et le thorax (1).

S'agit-il de quelque Cervidé, d'un daim par exemple *(Cervus dama)*, ou de quelque Renne, malgré la coloration foncée des taches ocreuses, ou bien encore de quelque Antilope?

6° Enfin la sixième photographie, peut-être la non moins intéressante par le sujet qu'elle reproduit, paraît représenter une sorte de hutte, dessinée de trois quarts, de façon à en laisser voir l'entrée et dont les parois sont formées par une série de bandes à peu près parallèles, alternativement blanches et ocreuses, constituées par de nombreuses lignes extrêmement rapprochées, au point même de se confondre souvent entre elles et, en général, très peu profondément gravées *(fig. 4)*. S'il en était ainsi, ce serait, je crois, la première image préhistorique que l'on connaisse d'une des habitations de l'homme primitif. Le dessin est précédé de plusieurs chevrons dont les traits accentués et coloriés aussi en brun ne laissent aucun doute.

Tels sont, dans un résumé que je me suis efforcé de faire aussi bref que possible, les principaux résultats des recherches que j'ai commencées au mois de juin 1895 et poursuivies depuis lors jusqu'à ce jour. Ces recherches, j'espère les reprendre bientôt et pouvoir les mener à bien jusqu'à leur terminaison, malgré le nombre des années et l'importance des capitaux qu'elles exigent, par suite des dimensions considérables du gisement de La Mouthe et, par conséquent, des milliers de mètres cubes de terre qu'il est nécessaire d'extraire pour faire l'étude anthropologique et paléontologique complète d'une grotte qui me paraît des plus intéressantes par les gravures et les peintures à l'ocre qu'elle renferme. Aussi m'en suis-je assuré, par bail, la location pour une période de plusieurs années.

De plus, certaines déprédations y ayant été commises en plusieurs endroits, qui paraissent avoir eu pour but la destruction de ces gravures et, d'autre part, quelques imitations plus ou moins grossières ayant été essayées dans le voisinage des gravures réellement anciennes, ainsi que notre collègue M. Capitan l'a constaté avec moi, j'ai fait fermer complètement l'ouverture de la grotte par un mur de

(1) Dans sa lettre, M. F. Daleau m'annonce avoir constaté aussi, comme je l'ai dit plus haut, « des traces de rouge (peroxyde de fer) sur un seul animal ».

50 centimètres d'épaisseur avec porte et ferrures, de façon que nul désormais ne puisse y pénétrer en mon absence. Je ne veux pas terminer ma communication sans inviter ceux de mes collègues que la question intéresserait, à visiter la grotte de La Mouthe ; je serai toujours très heureux de leur en faire les honneurs et d'avoir leur avis sur ces curieuses gravures.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI

(Tous les objets sont reproduits aux 7/10es de leur grandeur.)

Fig. 1. — Cinq dents canines de Cervidé percées pour être portées comme bijoux ou amulettes.

Fig. 2. — Dent canine de *Canis vulpes*, percée également d'un trou de suspension.

Fig. 3. — Petite pendeloque en os.

Fig. 4. — Flèche en os, à base taillée en biseau et striée de nombreux traits.

Fig. 5. — Flèche en os, à base amincie en double biseau.

Fig. 6 — Poinçon en os, orné de nombreux traits obliques de bas en haut.

Fig. 7. — Autre poinçon en os, dont la pointe est brisée.

Fig. 8 et 9. — Pointes en os très fines (d'aiguilles probablement).

Fig. 10. — Gros poinçon au corps épais et cylindrique, à pointe mousse.

Fig. 11. — Pointe de trait, prismatique, triangulaire.

Fig 12. — Lissoir en os ou fragment (base), taillé en biseau et strié de traits entrecroisés, d'une longue pointe de sagaie.

Fig. 13. — Pendeloque faite avec un os d'oiseau, dont la face externe est ornée, sur tout son pourtour, de traits profondément gravés.

Fig. 14. — Fragment osseux dont l'une des faces est recouverte d'un pointillé curieux et dont les bords sont pourvus, sur toute leur longueur, de nombreuses petites encoches (signes de numération ou autres).

Fig. 15. — Fragment de côte dont l'un des bords porte six encoches, profondément creusées en V, et dont l'une des faces présente des traits irréguliers, comme disposition, longueur et direction.

Fig. 16. — Autre os gravé, dont l'une des faces est ornée de traits groupés en trois séries.

M. le Dr L. MANOUVRIER

Professeur à l'Ecole d'Anthropologie, à Paris.

SUR L'ALLONGEMENT MOMENTANÉ DE LA TAILLE PAR EXTENSION VOLONTAIRE ET SUR QUELQUES AUTRES VARIATIONS DU CHIFFRE DE LA TAILLE INTÉRESSANT L'ANTHROPOMÉTRIE

[573.6]

— Séance du 11 août 1897 —

Tous ceux qui ont tant soit peu étudié la technique anthropométrique savent que le chiffre de la taille obtenu sur un sujet par un même opérateur mesurant ce sujet à diverses reprises subit des oscillations. Ces oscillations peuvent atteindre plusieurs millimètres alors que l'on opère dans les meilleures conditions de local et d'instrumentation, à des intervalles de quelques instants, sans que l'individu mesuré présente une attitude défectueuse volontairement ou non. En cas de supercherie elles pourraient être beaucoup plus considérables et M. Alphonse Bertillon n'a pas manqué de s'en préoccuper dans la réglementation de son système d'identification judiciaire. Il ne considère pas comme nécessairement mesurées sur deux sujets différents des tailles qui diffèrent entre elles d'un et même deux centimètres. Mais je n'ai pas l'intention de traiter ce côté de la question, bien que plusieurs des faits dont je vais parler ne soient pas sans intérêt au point de vue de l'identification. Je me place à un point de vue purement anthropologique et je veux seulement exposer des observations accessoires que j'ai faites au laboratoire d'anthropologie de l'Ecole des Hautes-Etudes au cours des nombreuses conférences techniques d'anthropométrie que j'y ai données chaque année depuis 18 ans.

Toutes les mesures prises sur le corps humain sont et doivent être exprimées en millimètres. Plusieurs peuvent être exactes, en effet, à $0^m,001$ près et même à $0^m,0005$ près (diamètres horizontaux du crâne). Quant aux autres il est toujours bon de les exprimer en millimètres

pour indiquer que la précision a été cherchée sinon obtenue, et pour mieux assurer le chiffre des centimètres. Mais il faut bien savoir que pour la plupart des mesures prises avec le plus grand soin et la plus grande habileté, dans les meilleures conditions, il serait naïf d'attacher quelque importance à des différences de un à cinq millimètres. Entre deux mensurations successives d'une même dimension par un même opérateur ou par deux et qui ont donné des chiffres différant de $0^m,005$, il est souvent impossible de dire quelle est la meilleure, et cela n'a d'ailleurs, en général, aucune importance puisqu'il s'agit ordinairement d'étudier des variations dont l'écart maximum atteint 5, 10 centimètres et beaucoup plus lorsque c'est la taille qui est en question.

Il y a pourtant certaines variations de la taille dont l'étude semblerait exiger une précision supérieure : par exemple l'accroissement chez un enfant en un an, en six mois ou pendant un laps de temps plus court encore rendu intéressant par telle ou telle condition de santé, de nourriture, d'exercice.

Il est arrivé en pareil cas que des observateurs peu expérimentés ont été découragés pour avoir trouvé, chez certains enfants, la taille à 14 ans inférieure à celle qu'ils avaient à 13 ans. J'ai connu un médecin à qui cette petite mésaventure fit abandonner des recherches fort importantes sur la croissance. Or, un opérateur sachant à quoi s'en tenir sur le degré de précision réalisable, sur son écart opératoire possible et sur son écart probable, eût compris que l'erreur évidente commise ci-dessus pouvait déjà indiquer un fait : c'est que la croissance entre 13 et 14 ans avait été faible chez ce sujet, n'avait pas dû excéder un certain chiffre approximativement connu, et qu'en outre les erreurs fatales de ce genre étaient effacées dans les moyennes. Il y a là, en somme, une question qui se présente même dans les observations astronomiques et dans les sciences physiques. Elle est de même ordre en anthropométrie et peut y présenter parfois un assez grand intérêt. Mais il n'y a pas lieu d'insister ici sur les généralités, car je veux parler seulement de la taille et non de la méthode en anthropométrie.

L'incertitude du chiffre des millimètres dans la mesure de la taille à des intervalles très rapprochés peut être due en partie à ce que la longueur du corps du sujet mesuré a réellement varié entre deux mensurations par suite d'une variation dans l'attitude. La variation volontaire étant mise de côté, le changement d'attitude peut être le résultat inconscient de la fatigue. Lorsque plusieurs élèves mesurent tour à tour un modèle, dans les exercices d'anthropométrie, il arrive

presque constamment que le second, qui opère après que le premier a opéré pendant 15, 20, 30 minutes, obtient un chiffre de taille inférieur. La différence s'accentue si un troisième prend la place du second alors même que le modèle a conservé une attitude très correcte et n'a aucune conscience d'un changement. J'ai vu la différence atteindre dans ces conditions $0^m,007$ et $0^m,008$. Alors on a la preuve qu'il ne s'agit pas d'une erreur de l'opérateur dans le fait qu'une différence en moins se retrouve dans les autres hauteurs des divers points de repère au-dessus du sol, de sorte que la variation ne modifie pas sensiblement les proportions du corps. Avec un modèle vigoureux et non fatigué par une longue pose antérieure, la variation ne dépasse guère $0^m,003$, même après 1 heure de pose. Elle est donc entièrement négligeable puisqu'on est obligé d'admettre pour toutes les mesures de hauteurs au-dessus du sol une marge allant jusqu'à $0^m,005$ pour toutes les erreurs inévitables. Ce n'est que lorsque cette marge est dépassée dans plusieurs opérations successives faites à 1 ou 2 minutes d'intervalle, que je fais recommencer l'élève dont le chiffre s'est écarté le plus de celui des autres. Et il est rare, alors, que l'on n'aperçoive pas la cause de l'écart dans une incorrection commise.

Variation diurne de la taille.

Pour savoir jusqu'à quel point le sujet peut être mis en cause en pareil cas, j'ai fait sur moi-même une expérience. Pendant les mois d'avril et mai 1893, j'ai mesuré chaque jour avec soin ma taille au moyen d'une toise anthropométrique, une première fois vers midi, une seconde fois vers 7 ou 8 heures du soir. On savait déjà que la taille diminue du matin au soir. L'influence des causes d'erreur externes étant éliminée par l'identité parfaite du local et de l'instrument, je me proposais de connaître ainsi : 1° l'étendue des variations du chiffre de la taille, indépendantes de l'habileté opératoire, lorsqu'on mesure, dans les meilleures conditions d'exactitude, un même individu à diverses reprises, le même jour et à de plus grands intervalles ; 2° l'étendue de la variation diurne qui se produit dans l'après-midi et qui peut subir l'influence de la fatigue.

Pour une première série d'observations de 9 jours consécutifs, j'ai obtenu les résultats suivants :

	NOMB. D'OBS.	MOY.	MAX.	MIN.	ÉCARTS
	—	—	—	—	
MIDI.....	9	1.714mm	1 716mm	1.711mm	E = 5mm. + e = 2. — e = 3.
SOIR	7	1.708	1.714	1.705	.... 6 ..... 3..... 6.

Pour une 2e série de 39 jours que j'ai séparée de la première à cause d'un changement de chaussures, j'ai obtenu :

	NOMB. D'OBS.	MOY.	MAX.	MIN.	ÉCARTS
	—	—	—	—	
Midi.....	39	1.709mm	1.717mm	1.704mm	E = 13mm. + e = 8. — e = 5.
Soir.....	32	1.704	1.710	1.699	.... 11 ..... 5. ..... 6.

Les différences ci-dessus indiquent la variation moyenne de midi au soir pour l'ensemble des mesures, puis le maximum et le minimum des variations observées à une même heure du jour. Elles sont plus étendues dans la 2e série simplement parce que le plus grand nombre des observations a augmenté les chances d'écart maximum au-dessus ou au-dessous des moyennes.

Mais ce tableau ne fait pas connaître l'étendue des variations de midi au soir dans une même journée :

Pour les 39 *doubles* observations des deux séries réunies, la différence entre la taille de midi et celle du soir a été dans un même jour :

Minimum = 0. Maximum = 12. Moyenne = 4mm,1.

J'ai noté les jours sans exercice et les jours où je faisais une marche de 8 à 12 kilomètres.

La différence entre la taille de midi et celle du soir a été :

Pour 7 jours sans exercice.. min. = 0 max. = 7 moy. = 3,3.
Pour 11 jours avec exercice.. — 1 — 7 — 4 5.

Mais je dois ajouter que cet exercice n'entraînait aucune fatigue. Il est possible que des marches de 40 à 50 kilomètres auraient produit quelque différence plus appréciable, car les différences ci-dessus restent douteuses. On dit que des conscrits, dont la taille dépassait à peine la limite réglementaire, sont parvenus à se faire exempter du service militaire, au moyen d'une marche forcée, pendant la nuit qui précédait leur examen. Le fait me paraît vraisemblable ; je crois même que la station debout trop prolongée, pendant l'adolescence, est un obstacle à la croissance, et que la condition opposée tend à accroître la taille ; cette opinion est basée sur le fait que les jeunes malades ou blessés (sans fièvre) grandissent souvent d'une façon surprenante pendant un séjour au lit de deux ou trois mois seulement.

Je conclus, des expériences exposées ci-dessus, que lorsque la taille est mesurée correctement, dans de bonnes conditions d'exactitude, le chiffre obtenu peut s'écarter (d'une moyenne considérée comme taille réelle) de près d'un centimètre parfois. Une fois sur 90, dans mes observations, l'écart s'est élevé à 8 millimètres, mais dans la grande majorité des cas, il ne varie que de 0 à 3 millimètres, c'est-à-dire qu'il est complètement négligeable.

La taille, à la fin de la journée, est en général un peu inférieure à ce qu'elle est au milieu de la journée. La différence moyenne pour moi = 4 millimètres. La différence maximum de 12 millimètres que j'ai observée sur 39 comparaisons peut être exagérée par l'intervention de la cause d'erreur précédemment indiquée.

L'affaissement diurne de la taille peut être dû à des causes diverses, dont la principale consiste, je crois, dans l'augmentation de la courbure dorsale du rachis. Une autre cause peut être la diminution de hauteur de la voûte plantaire. Toujours est-il qu'en opérant sur moi-même j'ai pu avoir la certitude que l'incorrection de l'attitude n'entrait pour rien dans la diminution vespérale, légère du reste, que j'ai constatée.

Allongement volontaire et momentané de la taille.

Voulant m'assurer un jour que l'auto-suggestion par idée préconçue ne pouvait pas influencer l'attitude au point de modifier le résultat de mes observations, je cherchai s'il était possible que la taille fût augmentée momentanément d'une quantité appréciable au-delà du chiffre obtenu dans l'attitude parfaitement droite que l'on prend lorsqu'il s'agit de connaître sa taille. Et l'on sait qu'en pareil cas, chacun prend une attitude assez rigide pour ne pas perdre un millimètre.

J'essayai donc, au moyen d'une extension extrême de la totalité de ma colonne vertébrale et d'une attitude forcée au maximum dont il me serait difficile de décrire le mécanisme en quelque sorte instinctif, de me procurer momentanément un allongement si minime qu'il fût. Je fus assez surpris de voir cet allongement atteindre $0^m,007$, et je le vérifiai à plusieurs reprises. L'attitude est alors si pénible et si difficile à conserver pendant une minute, elle est si manifestement extraordinaire, surtout à cause de l'exagération impossible à dissimuler du creux épigastrique, qu'il n'y a pas à craindre de voir jamais des observations anthropométriques troublées

par une attitude aussi forcée. Il n'en est pas moins intéressant d'en constater la possibilité. Je l'attribue au redressement par des actions musculaires, non seulement de la courbure dorsale du rachis, mais encore des courbures lombaire et cervicale. Ces dernières fournissent évidemment un moindre contingent à l'augmentation du chiffre de la taille, mais on a parfaitement conscience, quand on prend l'attitude indiquée, de leur contribution au redressement.

J'ai mesuré dans ces conditions la taille de 30 hommes, la plupart docteurs en médecine, dont beaucoup ont été fort surpris de pouvoir atteindre ainsi un chiffre de taille, supérieur parfois de plusieurs centimètres à leur chiffre normal, qu'ils ne croyaient pas pouvoir dépasser. L'allongement maximum a été de $0^m,045$, le minimum de $0^m,001$ qui équivaut à 0. Moyenne $= 0^m,013$.

Le maximum s'est rencontré chez un médecin, âgé de 40 ans, d'une taille de $1^m,78$, dont l'attitude ordinaire est probablement d'une rectitude imparfaite, d'où possibilité d'un redressement considérable. Le minimum a été obtenu sur un Américain des Etats-Unis, élève du laboratoire et âgé de 30 ans, de haute taille aussi, mais dont l'attitude est toujours remarquablement droite.

En moyenne, l'allongement croît avec la taille; on sait, en effet, que l'attitude est généralement plus rigide chez les hommes de faible stature. D'autres recherches, encore inédites, m'ont montré que la diminution sénile de la stature est relativement moindre chez les hommes et les femmes de petite taille.

Sur un modèle (femme), âgée de 19 ans, j'ai mesuré l'allongement par extension volontaire dans l'attitude debout, puis dans l'attitude horizontale, couchée sur une table. Voici les chiffres obtenus :

Taille debout = 1.574.	Allongée = 1.579.	Différence = 5^{mm}.
— couchée = 1.591.	— = 1.596.	— = 5^{mm}.

Ce résultat montre que l'allongement de la taille, dans la position couchée, est encore possible, ce qui n'a rien d'étonnant puisqu'il s'agit, dans l'un et l'autre cas, d'une attitude forcée, assez pénible, que le sujet ne prend jamais de lui-même et qui serait d'ailleurs incorrecte dans un examen anthropométrique ordinaire.

Allongement de la taille dans l'attitude horizontale.

Cet allongement présente une certaine importance anthropométrique au point de vue des comparaisons à faire entre les mesures

prises sur le cadavre et celles prises sur le vivant. Je l'ai mesuré sur 12 modèles femmes : minimum = $0^m,012$, maximum = $0^m,028$, moyenne = $0^m,017$.

Les modèles étaient âgées de 16 à 26 ans. L'allongement n'a fait défaut chez aucune.

Des recherches antérieures ont été faites sur cette question par Roberts et, à mon intention, par M. Ch. Féré (C. R. de la Soc. de Biologie) sur un grand nombre de sujets du sexe masculin. M. le médecin major Godin, qui a entrepris de très importantes recherches sur la croissance, vient de me communiquer un résultat curieux concernant l'allongement de la taille dans le décubitus dorsal. L'allongement moyen, relevé par lui sur plusieurs centaines d'adolescents étant de $0^m,017$, la plus grande partie de la différence porte, non sur le tronc, mais sur le membre inférieur.

Je crois pouvoir attribuer ce fait à l'affaissement de la voûte du pied dans la station debout. En effet, j'ai examiné deux moulages de mon pied droit, l'un exécuté sur le pied au repos, et l'autre sur le pied supportant le poids du corps. La différence de hauteur de la malléole sur les deux moulages, sans pouvoir être mesurée avec précision, me paraît être de 15 millimètres environ, différence presque égale à celle de la taille couchée à la taille debout.

Un moyen de vérifier cette explication consisterait à mesurer la taille couchée et la taille debout chez des individus à pied plat, dont la voûte plantaire est presque supprimée. Si l'on trouvait que chez eux la taille couchée n'est pas supérieure à la taille debout, cela prouverait que la différence normale est bien due à l'affaissement de la voûte plantaire dans l'attitude verticale.

M. Emile RIVIÈRE

Sous-Directeur adjoint de laboratoire au Collège de France, à Paris.

L'ABRI-SOUS-ROCHE DE LA SOURCE (DORDOGNE)

|571.81 (44.72)|

— *Séance du 11 août 1897* —

L'Abri-sous-Roche de la Source est situé dans l'arrondissement de Sarlat (Dordogne), à deux kilomètres et demi environ de la station de chemin de fer des Eyzies, sur le territoire de la commune de Tayac, si riche déjà en gisements quaternaires et préhistoriques.

Il se trouve dans le bois de La Mouthe, à quelques mètres seulement du chemin qui conduit au hameau de ce nom, à droite dudit chemin et non loin d'une source, dont les eaux, abondantes en toutes saisons, forment, à leur sortie du réservoir aménagé depuis un certain nombre d'années pour les recevoir, un petit ruisseau qui les conduit dans la vallée.

C'est un certain matin du mois d'août de l'année dernière (1896), alors que je me rendais à la grotte de La Mouthe, que j'ai aperçu, sous un gros bloc de rocher qui recouvrait incomplètement ce nouveau gisement, plusieurs fragments osseux épars çà et là à la surface du sol avec des éclats de silex. Immédiatement, je faisais donner, en ma présence, par un de mes ouvriers, quelques coups de pioche destinés à m'assurer de la réalité du gisement et de l'époque géologique ou préhistorique à laquelle il appartenait.

Quelques jours plus tard, j'y ai entrepris, avec l'autorisation du propriétaire, de premières fouilles ; celles-ci, par les objets qu'elles m'ont donnés, démontrent qu'il s'agit d'un abri-sous-roche quaternaire, géologiquement parlant, et magdalénien au point de vue archéologique.

Commencées sur une largeur de 2 mètres environ, la longueur de 1 mètre et la profondeur de 1 mètre également, ces nouvelles fouilles m'ont fourni, en effet, au milieu de fragments de pierre, plus ou moins nombreux, provenant de l'effritement de la roche :

1° Des dents et un certain nombre d'ossements d'animaux, principalement des diaphyses brisées et fendues longitudinalement par la main de l'homme pour en extraire la moelle. Parmi ces restes d'animaux, je signalerai une dent molaire supérieure de Renne (*Tarandus rangifer*) et une dent molaire inférieure, brisée, d'un petit ruminant, quelques métacarpiens, métatarsiens et phalanges également de ruminants.

2° Une industrie caractérisée :



Fig. 1.

a) Par des os travaillés pour servir d'armes ou d'instruments, notamment deux pointes de trait assez courtes (l'une mesure $0^m,049$ de longueur, l'autre $0^m,031$) bien faites et dont l'extrémité pointue est bien conservée, tandis que l'extrémité opposée est brisée ;

b) Par deux os gravés de traits ; l'un de ces derniers est un métatarsien de ruminant, il représente, finement gravée, la tige d'une plante pourvue de feuilles lancéolées bien dessinées ; sa longueur est de 11 centimètres environ *(fig. 1)* ;

c) Par d'assez nombreux silex taillés (223). Je citerai, parmi eux, d'abord plusieurs burins, destinés à la gravure sur os ; puis quelques pointes assez fines ; deux nucléus et, comme outils ou instruments prédominants, des lames entières ou brisées, toutes de petites dimensions (la plus longue mesure seulement 7 centimètres). Ces lames, bien faites, sont généralement dépourvues de retouches comme la plupart de celles que l'on trouve, d'ailleurs, dans les gisements préhistoriques de l'époque magdalénienne.

Je dois signaler aussi 3 grattoirs, dont un grattoir-pointe, c'est-à-dire grattoir par l'une de ses extrémités et pointe par l'extrémité opposée. Il mesure $0^m,071$ de longueur. Les deux autres grattoirs, beaucoup plus petits, mesurent seulement $0^m,026$ et $0^m,032$ de longueur.

La teinte des silex taillés de l'Abri-sous-Roche de la Source varie du brun foncé au gris le plus clair, celle qui prédomine étant un gris tiqueté de petits points noirs.

J'ai trouvé aussi, dans le même milieu, quelques coquilles fossiles (genre *Rinchonella)* ramassées probablement par l'habitant primitif de l'Abri de la Source et laissées par lui dans ces foyers, ainsi que quelques blocs de tuf sur lesquels on aperçoit des empreintes de feuilles de plantes d'espèces différentes *(fig. 3)*, que M. Bernard Renaud, assistant au Muséum, à qui je les ai soumises,

a considérées comme très intéressantes (1). Mais je n'ai rencontré aucune autre coquille fossile ou vivante, qu'elle soit terrestre, fluviatile ou marine.

Quant à l'homme lui-même, ses restes me font absolument défaut, du moins jusqu'à présent, car je n'en ai découvert aucune trace dans l'Abri-sous-Roche de la Source.

En résumé, il s'agit donc bien, comme je le disais en commençant, d'un nouveau gisement quaternaire de l'âge du Renne et de l'époque dite *magdalénienne*.

MM. G. CHAUVET

A Ruffec,

et Emile RIVIÈRE

Sous-Directeur adjoint de Laboratoire au Collège de France, à Paris.

STATION QUATERNAIRE DE LA MICOQUE (DORDOGNE)

[571 (44.72)]

— *Séance du 11 août 1897* —

I

Si, en sortant de la gare des Eyzies, on tourne à droite, vers le nouveau pont, pour traverser la Vézère et remonter son cours, en suivant la route nouvellement ouverte le long de la rivière, on est dominé à gauche par une falaise haute, en certains points, de près de 80 mètres et dont la base est creusée d'abris naturels qui ont servi

(1) J'en ferai, l'année prochaine, au Congrès de Nantes, l'objet d'une communication spéciale.

de refuges ou de lieux d'habitation à des peuplades quaternaires(1). Nous voulons parler des stations classiques qui s'échelonnent sur la rive gauche de la Vézère, telles que :

Gorge-d'Enfer, dont l'industrie rappelle celle de Solutré (2) ;

Laugerie-Basse qui a fourni d'innombrables pièces caractéristiques de l'époque magdalénienne, soit comme silex et notamment de nombreux burins, soit comme instruments et armes en os et en bois de renne : poinçons, aiguilles, lances, sagaies, harpons, bâtons dits de commandement ; soit enfin comme os et bois de renne gravés de nombreux dessins, au nombre desquels il faut citer le chasseur d'aurochs ;

Laugerie-Haute, remarquable par les belles pointes de lances et de flèches, plates, si finement retaillées sur les deux faces, toutes du plus pur solutréen.

Mais dans l'industrie de ces trois stations on ne trouve que des types du paléolithique supérieur ; rien n'y rappelle ceux de la grotte du Moustier, non plus que ceux des environs de Bergerac, si riches en haches plus ou moins fortement bombées sur leurs deux faces et pointues à une de leurs extrémités.

Cette dissemblance d'industrie avait fait supposer l'existence, dans la Dordogne, aux temps quaternaires, de deux populations différentes et comme industrie et aussi comme époque, car la faune n'est pas tout à fait la même.

Le gisement de La Micoque que nous allons décrire nous montre l'existence d'un troisième groupe différent des précédents, tout au moins au point de vue industriel, la faune étant trop peu représentée pour fournir une indication précise.

II

Lorsque après avoir franchi Laugerie-Haute, on continue à suivre la route qui conduit au village de Manaurie, on passe sous le pont du chemin de fer, puis, longeant la voie ferrée, on rencontre à 200 mètres environ, sur sa droite, un chemin de traverse qui conduit à la ferme

(1) La falaise est également creusée en plusieurs endroits à mi-hauteur, de grottes ou chambres peu profondes, taillées de main d'homme, qui, à maintes reprises, ont servi de refuge aux habitants de la contrée, lors de certaines guerres et notamment au XV^e^ siècle.

(2) L'un de nous, M. Rivière, y a trouvé aussi, en 1892, une couche néolithique, robenhausienne, avec poteries grossières.

dite de La Micoque. C'est là que se trouve le gisement de ce nom, gisement quaternaire et préhistorique, découvert au mois de juin 1895 par l'un de nous, M. Rivière, qui, occupé à cette époque par l'exploration d'une grotte de la commune de Tayac — la grotte de La Mouthe — dut se borner alors à y faire une première fouille (1), se proposant d'en reprendre l'étude l'année suivante.

Mais, dès le mois de juin 1896, la station commençait à être exploitée par les chercheurs de silex qui, dans cette région, récoltent les pierres taillées et les os travaillés pour les vendre aux étrangers. Aussi était-il urgent d'y entreprendre au plus tôt des fouilles suivies et méthodiques, afin d'en déterminer l'âge de par la faune et l'industrie, la forme des armes et des outils, et établir nettement les différences existant entre le nouveau gisement — La Micoque — et les stations voisines, telles que Laugerie-Haute, Laugerie-Basse, Gorge-d'Enfer, pour n'en citer que quelques-unes.

C'est ainsi que, d'accord avec M. Rivière, M. Chauvet explora minutieusement au commencement d'août 1896, le talus qui constitue la station préhistorique de La Micoque par une fouille de 15 mètres de largeur sur 1m, 80 de hauteur et 3 mètres, en moyenne, de profondeur.

Ce sont les résultats de ces communes recherches (1895-1896) que nous exposons dans cette note.

III

Le gisement de La Micoque, sis dans le département de la Dordogne, arrondissement de Sarlat, canton de Saint-Cyprien, commune de Tayac, hameau de La Micoque (2), à peu de distance du village du Mas, est situé à une trentaine de mètres au-dessus de la prairie traversée par le ruisseau de Manaurie, un des affluents de droite de la Vézère. Il se trouve à mi-flanc d'un coteau en partie boisé, exposé à l'ouest, et forme, comme nous le disons plus haut, une sorte de talus peu élevé, que recouvrent des blocs de rocher peu considérables qui paraissent être descendus de la hauteur.

L'étude que nous en avons faite nous y a révélé l'existence d'un dépôt quaternaire, à la fois anthropologique et paléontologique, se présentant parfois sous la forme de brèche tuffacée, qui pénètre horizontalement dans le coteau et repose sur un fond de roches, dont

(1) Emile Rivière. — *Rapport à l'Académie des sciences*, juillet 1895.
(2) Il ne comporte qu'une seule habitation.

la surface irrégulière offre une série de dépressions et dont l'épaisseur oscille entre 10 et 30 centimètres.

La couche est remarquable, tout d'abord, par son aspect d'un blanc légèrement jaunâtre. Elle renferme, soit soudés en brèches généralement peu dures, soit comme pièces isolées, un très grand nombre d'ossements et de dents d'animaux et de non moins nombreux silex, taillés par la main de l'homme. On n'y constate aucune stratification, mais, tandis que les ossements se rencontrent à peu près partout, c'est-à-dire sur toute l'étendue de ladite couche, par contre les dépressions que nous venons de signaler contiennent plus spécialement les silex taillés les plus beaux et les mieux conservés.

Deux choses donc sont à indiquer ici :

1° La faune contemporaine des habitants de La Micoque aux temps quaternaires;

2° L'industrie de ces habitants.

A. FAUNE

La faune de La Micoque ne comporte pas le Renne *(Tarandus rangifer)* : quelles qu'aient ait été nos communes recherches à ce sujet, nous n'en avons pas trouvé la moindre trace. Et cependant, on sait combien les restes de cet animal sont abondants dans les gisements voisins, dans la plupart des gisements quaternaires de la région des Eyzies.

Cette faune est, nous pouvons le dire, presque exclusivement représentée par *une seule espèce* animale : un Equidé de grande taille; le sol est, pour ainsi dire, pétri de ses ossements.

En effet, sur un millier au moins de pièces osseuses et dentaires que nous avons recueillies jusqu'à ce jour, nous n'en avons trouvé que quelques-unes provenant de deux autres animaux : un grand Cervidé et un Bovidé ; de ce dernier ce sont *deux* dents molaires inférieures (Pl. VII, *fig. 3*) et *deux* os du pied, dont un métacarpien (1). Notre Equidé, par contre, est tellement abondant dans le gisement, il y a laissé tant de restes que l'un de nous y a trouvé, dans une seule journée, avec l'aide des ouvriers qu'il a employés, *trois cents et quelques dents* de

(1) Depuis notre communication au Congrès, M. Ed. Harlé, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées et paléontologiste bien connu, a, dans une excursion à La Micoque, le 8 septembre dernier (1897), ramassé au milieu d'une infinité de silex, pour la plupart brisés, et de débris d'Equidé, une arrière-molaire supérieure de Bovidé, ce qui porte à cinq le nombre des pièces provenant de cet animal.

cheval, presque toutes des dents molaires, car les incisives sont relativement rares et les canines ou crochets (Pl. VII, *fig.* 2) sont représentés par deux exemplaires.

Les os, fort nombreux aussi, sont rarement entiers, à l'exception de ceux du carpe, du tarse et des phalanges ; mais la plupart des os longs sont brisés et fendus longitudinalement par l'homme. C'est ainsi que nous avons pu ramasser, sous la pioche des ouvriers, un grand nombre de diaphyses osseuses, ainsi divisées.

Les seuls autres animaux rencontrés jusqu'à présent du moins à La Micoque, et encore chacun d'eux n'est-il représenté que par une seule pièce, sont : 1° le blaireau *(Meles taxus)*, dont l'un de nous a trouvé la mandibule droite pourvue de presque toutes ses dents, toutes très usées, et partie de celle du côté gauche soudées ensemble (Pl. VII, *fig.* 1) ; 2° un grand carnivore — genre *Ursus* peut-être — dont une dent canine a été recueillie par un des ouvriers de M. Chauvet, mais brisée en plusieurs fragments et en trop mauvais état pour permettre de déterminer, avec quelque certitude, l'espèce animale à laquelle il appartient.

Nous ajouterons que les mollusques font absolument défaut à La Micoque, où aucune coquille terrestre, fluviatile ou marine n'a été rencontrée jusqu'à ce jour.

Quant à l'homme, nous n'avons découvert, non plus, aucun de ses restes, aucune trace de son squelette.

B. INDUSTRIE

Si la faune est des plus pauvres et, par suite, n'offre qu'un intérêt relativement secondaire, alors qu'il en est tout autrement dans les stations préhistoriques voisines, l'industrie des hommes de La Micoque, industrie toute de silex, tout en n'affectant qu'un petit nombre de formes, nous paraît d'une réelle importance, surtout lorsque l'on considère que le gisement qui la renferme est à quelques centaines de mètres seulement des deux stations classiques les plus rapprochées, c'est-à-dire de Laugerie-Haute et de Laugerie-Basse.

En effet, nous ne trouvons ici aucun os taillé pour servir d'arme ou d'outil, aucun os gravé ou sculpté, aucune dent ou coquille percée ayant pu servir d'ornement, de bijou ou d'amulette ; mais l'industrie y est exclusivement représentée par des silex taillés.

Ces silex sont caractérisés par leur couleur passant du blanc presque le plus pur au blanc jaunâtre ; ils sont profondément cacholonnés,

quelquefois même le noyau central n'existe plus et toute la pièce est transformée en silice poreuse simulant, pour ainsi dire, un bloc de farine aggloméré. Tous ces silex sont bien en place ; aucun d'eux n'a jamais été roulé par les eaux. Chelléo-moustériens, ils offrent quatre types principaux qui sont :

1° La hache en amande très allongée, bombée plus ou moins fortement, retaillée sur ses deux faces, souvent même finement, et terminée, en général, par une pointe très aiguë. Sa longueur varie entre 0m,05 et 0m,15. D'aucunes sont entières (Pl. VII, *fig. 4* et *5*), d'autres ont la pointe brisée.

2° La même hache, tout au moins comme forme et comme fini, mais dont l'une des deux faces est plane et sans retouches ou avec quelques légères retouches seulement, tandis que l'autre est plus ou moins bombée et retaillée comme la hache du premier type. Les haches les plus grandes de ce second type ne dépassent pas 10 centimètres de longueur, celles qui atteignent ces dimensions sont très rares.

Les haches de ces deux types 1 et 2 ont été trouvées par centaines. Nous donnons d'ailleurs ci-dessous la statistique, dressée par l'un de nous, des silex qu'il a recueillis en deux journées de fouilles.

3° Le râcloir moustérien (Pl. VII, *fig. 8*), qui se trouve également en assez grand nombre à La Micoque.

4° Un silex discoïde, en général de la grandeur d'une pièce de cinq francs en argent (Pl. VII, *fig. 9*).

Ajoutons à cette nomenclature quelques silex taillés à facettes ou en boules irrégulières.

Enfin, parmi les centaines de silex taillés, non compris les éclats que nous avons recueillis pendant le cours de nos recherches, nous n'avons rencontré que de rares *lames* magdaléniennes et *deux grattoirs* (Pl. VII, *fig. 10* et *11*), dont un à base très épaisse et dont le sommet est retaillé à grands coups, plus quelques *nucleus*. Mais nous n'avons trouvé aucun de ces fins silex (pointes, flèches, poinçons, burins, etc.), si communs à Laugerie..

Nous devons ajouter que nous n'avons constaté aucune trace de foyer, nous n'avons pas vu la moindre matière charbonneuse, pas un seul os brûlé.

C'est la première fois, croyons-nous, qu'on trouve, dans la région des Eyzies, un gisement quaternaire chelléo-moustérien, c'est-à-dire absolument différent de ceux de Laugerie-Haute et de Laugerie-Basse, pour ne citer que les deux stations préhistoriques les plus rapprochées de La Micoque.

L'un de nous, M. Chauvet, a établi, ainsi qu'il suit, la statistique des silex taillés recueillis à La Micoque exclusivement par lui ou en sa présence, les 11 et 12 août 1896, de midi à six heures :

1° Haches en amande finement taillées, à pointe généralement effilée, longues de 0,15 à 0,09.	20
2° Haches en amande, longues de 0,09 à 0,07	51
3° Même type de 0,07 à 0,05	40
4° Fragments à pointes brisées	22
TOTAL des types en amande	133
5° Pointes analogues au type qui précède, mais plates sur l'une des faces; les plus grandes, qui sont très rares, ne dépassent pas 0,10 de long. La face plate porte quelquefois de légères retouches	100
6° Racloirs, types du Moustier	62
7° Silex taillés à facettes ou en boules irrégulières	8
8° Disques plus ou moins épais	9
9° Formes diverses sans caractères précis	37
10° Lames minces allongées, rappelant les formes magdaléniennes	9
TOTAL	358

Ces types, absolument étrangers à ceux trouvés dans les stations voisines de Laugerie-Haute, Gorge d'Enfer, etc., sont caractéristiques d'une industrie intermédiaire au chelléen et au moustérien, c'est-à-dire de l'acheuléen de MM. Gabriel de Mortillet et d'Ault du Mesnil.

Les formes caractéristiques de La Micoque sont donc les grandes haches en amande de $0^m,15$ à $0^m,09$, mais plus spécialement celles de $0^m,09$ à $0^m,06$, soit qu'elles aient les deux faces bombées, soit qu'elles aient une face plate (Pl. VII, *fig. 6 et 7*).

On prend là, sur le vif, une évolution de l'industrie quaternaire : la transformation de la hache chelléenne en pointe du Moustier. La grande hache primitive a, peu à peu, diminué de volume ; quand elle a été réduite à $0^m,10$ de longueur et au-dessous, il était plus facile de se servir d'un éclat plat d'un côté que d'un bloc entier pour opérer la taille.

C'est, semble-t-il, à l'époque acheuléenne que les pointes moyennes analogues à celle qui figure sur la planche n° 5, ont été le plus fréquemment en usage.

A la fin de l'époque du Moustier elles deviennent plus rares ; le racloir est l'outil le plus employé, du moins dans certaines stations, telles que celles de la Charente, par exemple.

Les haches bombées sur les deux faces, rappelant celles que nous avons décrites ci-dessus, n'avaient pas encore complètement disparu dans la station classique du Moustier (1).

(1) Edouard LARTET et Henry CHRISTY. — *Reliquiæ aquitanicæ* 1875; A. pl. III, XII, XVII.

Si nous comparons maintenant l'industrie de La Micoque avec celle de quelques stations anciennes, prises au hasard sur divers points plus ou moins éloignés, nous voyons :

1° A Combe-Capelle, commune de Saint-Avit-Senieur (Dordogne), à 3 kilomètres du village de Montferrand, station découverte en 1885 par M. l'abbé Landesque, que les petites haches bombées sur les deux faces, pointues à une extrémité et finement retaillées, y sont abondantes ; mais elles sont moins élancées que celles de La Micoque et sont accompagnées de racloirs et de pointes moustériennes. De plus, on y trouve aussi des grattoirs et des lames magdaléniennes, mais il est bon d'observer que les nombreux instruments, recueillis dans la terre argileuse, rougeâtre, de la base, ne paraissent pas se trouver sur l'emplacement où ils ont été fabriqués. Selon toute apparence ils ont dû être entraînés avec les grandes masses de terre qui ont roulé du coteau vers le fond de la vallée (1).

D'autre part, il y aurait lieu de vérifier la nature du gisement dans les parties élevées, restées en place. La faune ne paraît pas avoir été nettement déterminée. M. l'abbé Landesque y signale la présence du *Rhinoceros tichorhinus* et l'absence du *Tarandus rangifer* (Renne), alors que MM. de Mensignac et P. Cabanne citent, au contraire, le Renne et ne parlent pas du Rhinocéros (2).

Enfin un grand Bovidé et un Equidé sont signalés comme y étant très communs.

2° Les couches inférieures de Solutré, composées presque exclusivement d'ossements de chevaux, qui passent sous les foyers de l'âge du Renne et contiennent, avec les racloirs et les pointes du Moustier, des hachettes de Saint-Acheul. Ces couches anciennes n'ont jamais fourni les belles flèches ovales ou à crans ni les grandes lames plates et finement retaillées sur toutes leurs faces, qui servent de type au solutréen (3).

3° Quelques stations en plein air des environs de Mâcon et, notamment celles de la Sénétrière, dont les hachettes, profondément cacholonnées et parfaitement blanches, rappellent celle qui figure sous le n° 4 de notre planche, ci-annexée à cette notice (4).

4° Les stations de Keramouster-en-Guengat (Finistère) qui contiennent des quartzites taillés aux formes de Saint-Acheul et du Moustier (5).

5° Le champ de Mars d'Abbeville (6), où les couches moyennes à

(1) Landesque. — Excursion à la station préhistorique de Combe-Capelle (Dordogne), *(Bulletin de la Société géologique de France,* 1887, pages 866 à 869). — Analysé dans l'*Anthropologie,* 1890, page 750, par M. Boule.

(2) De Mensignac et P. Cabanné. — La station chelléo-moustérienne de Combe-Capelle (Dordogne), in *Bulletin de la Société d'anthropologie de Bordeaux et du Sud-Ouest,* t. V, 1888, p. 38 à 47.

(3) Adrien Arcelin. — Les nouvelles fouilles de Solutré. *(L'Anthropologie,* 1890, p. 297, 308, 312.)

(4) Gilbert Lafay. — Stations préhistoriques des environs de Mâcon. *(L'Homme,* année 1886, p. 632 et *l'Anthropologie,* année 1891, p. 289 à 296, 16 figures.

(5) Halna du Fretay. — La Bretagne antédiluvienne ; silex quaternaires du Guengat. *(Bulletin de la Société polymathique du Morbihan* et *l'Anthropologie,* 1890, p. 750.)

(6) G. d'Ault du Mesnil. — Le terrain quaternaire des environs d'Abbeville. *(Revue mensuelle de l'Ecole d'anthropologie de Paris,* 1896, p. 287 et *l'Anthropologie* 1896, p. 694.)

Elephas primigenius donnent les belles hachettes élégantes et finement retaillées, dont quelques-unes à patine blanche ressemblent trait pour trait aux nôtres (PL. VII, *fig. 5*).

6° L'atelier du Bois du Rocher en Pleudihen et Saint-Hélen, au sujet duquel MM. Fornier et V. Micault écrivaient en 1872 : « Il est contemporain de l'époque de Saint-Acheul à cause de ses haches biconvexes. Il est aussi contemporain de l'époque du Moustier, car il contient en outre des racloirs et des pointes (1) ».

Cette industrie est également celle de notre station de La Micoque.

7° Les stations paléolithiques de Saint-Julien de la Liègue (Eure), situées à un niveau assez élevé au-dessus de la vallée, et dont les couches affleurant le sol le long des pentes, comme à La Micoque, ont fourni une industrie analogue à celle de ce gisement (2).

8° Les tufs bien connus de la Celle-sous-Moret (Seine-et-Oise), qui ont donné des haches identiques à celles que nous avons décrites plus haut (3).

9° Le côté nord des allées de Tourny, à Périgueux, en face du Musée de la ville, où des ouvriers, occupés à faire une tranchée, ont mis à découvert, dans une couche d'argile rouge mélangée de galets de quartz, quatorze haches taillées du type de Saint-Acheul associées à une belle pointe moustérienne (4).

10° Les limons des plateaux des environs de Rouen et des versants de Lillebonne, dans lesquels on retrouve, à une profondeur de 4 à 5 mètres, la même industrie qu'à La Micoque, dans des limons qui paraissent ne pas avoir été remaniés (5).

11° Nous pourrions encore citer les stations de Cœuvre, Chevennes, Chavignon, dans l'Aisne, étudiées par Ad. Watelet (6), Edouard Fleury (7).

Dans son ouvrage sur les *Origines de la chasse, de la pêche et de l'agriculture* (8), M. Gabriel de Mortillet indique Cœuvre comme

(1) FORNIER et V. MICAULT. — *Atelier préhistorique du Bois du Rocher en Pleudihen et Saint-Hélen, arrondissement de Dinan (Côtes du Nord)*, extrait du *Congrès scientifique de France* tenu à Saint-Brieuc en 1872, p. 32.

(2) L. COUTIL. — *Dictionnaire paléoethnologique du département de l'Eure*, 1894, p. 27 à 32. Deux planches doubles contiennent à demi-grandeur quarante-huit silex taillés sur leurs deux faces et soixante-quatre silex taillés sur une seule face.

IBID. — Stations paléolithiques de Saint-Julien de la Liègue (Eure). (*Revue mensuelle de l'Ecole d'Anthropologie de Paris*, 1894, p. 260 à 262).

(3) Emile COLLIN, REYNIER et A. DE MORTILLET. — Silex taillés de la Celle-sous-Moret (*Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris*, 1895, p. 520 à 522).

(4) Michel HARDY. — *Bulletin de la Société historique et archéologique du Périgord*, mai-juin 1878.

(5) R. FORTIN. — Les silex taillés des limons. (*Bulletin de la Société normande des sciences préhistoriques*, 1873).

(6) Ad. WATELET. — *L'âge de pierre et les sépultures de l'âge du bronze dans le département de l'Aisne*, Vervins, 1866.

(7) Edouard FLEURY. — *Antiquités et monuments du département de l'Aisne*, Paris, 1877, t. I, chap. I.

(8) Gabriel DE MORTILLET. — *Origines de la chasse, de la pêche et de l'agriculture*, Paris, 1890, t. I, p. 28-29.

« la plus ancienne station humaine connue jusqu'à ce jour en France. « C'est, dit-il, un vaste amas d'ossements plus ou moins cassés, si « considérable qu'on l'a exploité pour s'en servir comme amende- « ment des terres. On y rencontre de nombreuses pierres taillées au « milieu des os. La forme de ces instruments se rapporte en partie « aux types caractéristiques du moustérien, mais associés à de nom- « breux coups de poing chelléens. » Si, faisant abstraction de la faune, dans laquelle, entre autres animaux, le mammouth figure à Cœuvre sous la forme « d'abondantes molaires », nous ne considérons que son industrie, nous pouvons dire que La Micoque marche de pair comme ancienneté avec cette station de l'Aisne.

Nous pourrions comparer encore, avec notre gisement de La Micoque, les stations de Fredy (Haute-Saône), les grottes de la vallée de la Méhaigne, en Belgique, les découvertes de M. Savenkov, dans la Sibérie orientale, etc., etc., mais nous croyons avoir suffisamment démontré, et par la description que nous en avons donnée et par les dessins que nous joignons à cette notice, que La Micoque est bien, de par son industrie, une station de transition entre le chelléen et le moustérien, c'est-à-dire une station *chelléo-moustérienne*.

Comme nous l'avons dit plus haut, bien que nous ayons remué une couche archéologique d'une surface de 60 mètres carrés en moyenne, il n'a pas été rencontré la moindre trace de foyers, pas la moindre trace de matières charbonneuses ni de cendres, pas un seul os ou fragment d'os brûlé.

« Nous savons que jusqu'à ce jour aucune trace de feu n'a été « constatée dans les stations du quaternaire inférieur. Cette absence « reconnue aussi à La Micoque doit-elle être attribuée à la douceur « du climat ?

« L'homme de cette époque ignorait-il l'usage du feu ?

« Ne s'est-il plus tard aventuré dans les grottes que lorsqu'il a pu en éclairer l'entrée par la flamme ?

« Questions obscures pour lesquelles il ne semble pas y avoir de « solution certaine dans l'état de nos connaissances, mais qu'il n'est « peut-être pas inutile de poser d'une façon précise (1). »

Enfin nous ne devons pas omettre, en terminant, de citer aussi un intéressant travail de notre collègue de la Société d'anthropologie de Paris, M. le docteur Capitan, paru dans la *Revue de l'Ecole d'Anthropologie*, travail intitulé : la station acheuléenne de La Micoque (2).

(1) G. Chauvet. — *Stations humaines quaternaires de la Charente*, Angoulême 1897, p. 123.

(2) L. Capitan. — *La station acheuléenne de La Micoque* (Dordogne). (Revue de l'Ecole d'Anthropologie, Paris, 1896, p. 406 à 416).

M. Capitan a pratiqué, quelque temps après nous, des fouilles dans le même gisement et y a recueilli aussi des documents intéressants, confirmatifs des résultats de nos propres recherches. C'est ainsi que la faune qu'il a trouvée est, comme nous l'avons dit de notre côté, presque exclusivement constituée par le cheval. Par contre il a constaté une proportion beaucoup plus grande de racloirs et de pointes, types du Moustier. Il a qualifié la station d'acheuléenne ; nous l'avons dite chelléo-moustérienne : deux mots différents qui semblent désigner une seule et même époque de transition.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII

(Tous les objets sont reproduits aux 9/10es de leur grandeur).

FIG. 1. — Mandibule droite avec partie de la mandibule gauche de *Meles taxus* (Blaireau), pourvues de leurs dents.

FIG. 2. — Dent canine ou crochet d'un Equidé jeune.

FIG. 3. — Dent molaire inférieure d'un Bovidé.

FIG. 4. — Grande hache en silex, du type de Saint-Acheul, retaillée sur ses deux faces, remarquable par sa belle conservation et la finesse de sa pointe. Elle mesure $0^m,115$ de longueur sur $0^m,056$ dans sa plus grande largeur.

FIG. 5. — Petite hachette en silex, bombée et retaillée sur ses deux faces. Elle est longue de $0^m.051$ et large, près de la base, de $0^m,034$.

FIG. 6. — Pointe moustérienne en silex, plate, retaillée sur une de ses faces et sur ses bords (longueur $0^m,08$ et largeur la plus grande $0^m,061$).

FIG. 7. — Pointe moustérienne en silex, bombée et retaillée sur une de ses faces, plate sur sa face opposée ; sa longueur est de $0^m,062$ et sa plus grande largeur de $0^m,032$.

FIG. 8. — Grand racloir moustérien en silex, dont la longueur est de $0^m,087$ et la largeur la plus grande de $0^m,05$.

FIG. 9. — Disque en silex, irrégulièrement arrondi, dont la face supérieure est entièrement retaillée à grands éclats. Il mesure, dans son plus grand diamètre, $0^m,057$.

FIG. 10. — Grattoir allongé, en silex, à base étroite et épaisse, à sommet large de $0^m,051$ et retaillé sur tout son pourtour ; sa longueur est de $0^m,074$.

FIG. 11. — Petit grattoir en silex, brisé, dans son temps, à la moitié environ de sa longueur. Il mesure, tel qu'il est, $0^m,033$ de long sur $0^m.028$ de large.

M. CÉNAS

Médecin de l'Hôtel-Dieu de Saint-Etienne.

LES PETITES LÈVRES AU POINT DE VUE ANTHROPOLOGIQUE ET MÉDICO-LÉGAL

[614.23 — 611.67]

— Séance du 12 août 1897 —

Sur des photographies de vulves présentant les déformations décrites par Martineau comme caractéristiques du saphisme et de la masturbation, on voit que les petites lèvres sont allongées, flasques, pendantes, dépassent les grandes lèvres, qu'elles ont une forme triangulaire exagérée, qu'elles sont ridées, d'une teinte sombre ; de nombreuses glandes forment sur leurs faces des groupes compacts. Cependant il ne peut être question ni de saphisme, ni de masturbation.

Une autre photographie est très significative : les malformations n'existent qu'à droite, tandis que d'après Martineau elles siégent, dans les cas de manuélisation précoce, « sur les deux lèvres, surtout sur la petite lèvre gauche ; elles sont, dit-il, le résultat du tiraillement qu'exerce l'enfant sur les petites lèvres ». Il n'est pas admissible que de telles manœuvres, en supposant qu'elles puissent produire de semblables résultats, se soient exercées au début exclusivement sur une nymphe ; l'autre est au contraire atrophiée.

Chargé depuis onze ans du service des Vénériennes de l'Hôtel-Dieu de Saint-Etienne, je me suis convaincu que ces déformations doivent être interprétées tout autrement. D'abord il n'y a pas lieu de distinguer les déformations du saphisme et de la masturbation : le développement exagéré du clitoris et de son prépuce s'associe à peu près constamment à un développement exagéré des petites lèvres et à une disposition infundibuliforme de l'orifice vulvaire, la fourchette, — en pareil cas formée par les petites lèvres, — participant à leur hypertrophie.

La conformation de la vulve est très variable. Cependant on peut distinguer 3 types anatomiques qui sont caractérisés : 1° par la prédominance des grandes lèvres ; 2° par la prédominance des petites lèvres, et 3° un type intermédiaire, plus rare, où seule la partie supérieure de la petite lèvre est saillante, sous la forme d'un lobule.

Absentes chez les singes non anthropomorphes, rudimentaires chez l'orang-outang, le chimpanzé et la femme boschimane, les grandes lèvres n'atteignent leur complet développement que dans les races supérieures où elles sont souvent divisées longitudinalement par un sillon plus ou moins profond. Elles constituent un organe de perfectionnement.

Les organes fondamentaux, capuchon, clitoris et petites lèvres, présentent une évolution inverse, passent au second plan à mesure que l'on s'éloigne des primitifs et, dans toutes les races, de la naissance à la puberté. Que la disposition atavique ou fœtale persiste, s'accuse au lieu de régresser, on aura les déformations dont nous parlons.

Le tablier dit des Hottentotes n'est nullement spécial à cette peuplade : la procidence des petites lèvres a été signalée par Pline chez les nègres, les Coptes et lés Mores ; elle est fréquente chez les négresses de la Côte occidentale d'Afrique ; elle a motivé la circoncision systématique dans l'Inde, l'Arabie, l'Abyssinie, l'Egypte. En Europe même elle est plus fréquente qu'on l'admet généralement : chez les femmes de mon service, originaires soit de la région, soit des divers points de la France ou des nations voisines, elle s'observe en moyenne une fois sur sept. On voit fréquemment des petites lèvres saillantes, mesurant 4 ou 5 centimètres de longueur à partir du sillon interlabial ; le tablier des Boschimanes n'est souvent pas plus long.

L'aspect ridé, flasque, violacé, du capuchon ou des petites lèvres est variable chez le même sujet : il dépend de l'état de propreté, de l'innervation et de la vascularisation du moment ; le degré de pigmentation, le nombre des granulations est surtout en rapport avec le teint de la peau et la longueur des petites lèvres. On trouve ces caractères chez les filles totalement ignorantes de toute pratique vicieuse, elles manquent chez des prostituées depuis longtemps adonnées au saphisme. Pour moi, elles n'ont aucune signification médico-légale, elles dépendent d'une disposition congénitale et représentent le type ancestral.

Peut-être les trouverait-on plus fréquemment chez les idiotes masturbatrices ? Celá n'infirmerait en rien mon interprétation : là surtout il s'agirait d'un caractère régressif. Quand on veut conclure que la fonction fait l'organe, il ne faut pas oublier que la réciproque

est tout aussi vraie. En cas d'asymétrie congénitale la plus longue des petites lèvres a pu, sans s'allonger, subir des tiraillements répétés, et cela précisément parce qu'elle était saillante, suggestive pour une main que ne retenait pas un cerveau débile ou vicieux. En admettant le contraire, on s'exposerait à prendre l'effet pour la cause.

Avant de terminer, je tiens à signaler la fréquence des plis interlabiaux que les anatomistes omettent dans leurs descriptions : le plus important part du milieu de la face externe de la petite lèvre et va se perdre dans la partie supérieure de la face interne de la grande lèvre correspondante : il est souvent plus saillant que la petite lèvre elle-même, et constitue une sorte de troisième lèvre.

M. MICHEL

Architecte à Besançon.

NOTE SUR LES PROPULSEURS A CROCHET

[57.35.(85)]

— Séance du 12 août 1897 —

Par une intéressante étude qu'il a publiée dans la *Revue d'Anthropologie* (1re année VIII, 15 août 1891), M. Adrien de Mortillet a démontré que les *propulseurs à crochet* sont employés par quelques tribus indiennes du Haut-Amazone, sur les bords du rio Yutay ainsi que chez les Indiens Conibos et Purus-Purus.

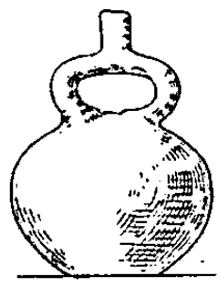


Fig. 1.

« — Le bâton de jet, dit-il, a été autrefois d'un « usage beaucoup plus répandu en Amérique. Nous « ne le retrouvons aujourd'hui qu'entre les mains « des Indiens les moins civilisés de l'Amérique du « Sud et dans les régions hyperboréennes de l'Amérique du Nord, « mais il a été jadis connu dans l'Amérique Centrale.

« Franks a signalé l'existence de cette arme chez les anciens Mexi-
« cains. La collection Christy renferme un de ces propulseurs, décou-
« vert au Mexique. »



FIG. 2.

Les renseignements concernant l'emploi de cet instrument par les anciens Péruviens faisaient défaut; lorsque M. de Mortillet, en examinant quelques-uns de mes dessins, après une séance du Congrès de 1893, crut reconnaître une arme de ce genre parmi celles que porte un des guerriers représentés sur un vase (A) originaire de Trujillo. Ce guerrier tient d'une main la *macana* ou massue et, de l'autre, un



FIG. 3.

petit bouclier du genre *umbo*, deux javelines et une sorte de bâton droit terminé à une de ses extrémités par un crochet et à l'autre par une tête d'oiseau servant en quelque sorte de pommeau ou d'arrêt

pour la main du tireur. Le personnage semble recevoir les ordres d'un chef reconnaissable à sa coiffure monumentale.

Sur la face postérieure du vase, l'artiste américain a représenté un combat dont un des antagonistes (B) est également armé de deux javelines qu'il tient avec son bouclier. Malheureusement, la peinture a été détruite par places et le bras droit du personnage B manque en partie ; j'ai essayé de le reconstituer en lui mettant une massue à la main, mais celle-ci pourrait peut-être bien avoir été armée du bâton de jet.

Un nouveau document m'est parvenu, corroborant le premier, et je pense qu'il donnera encore plus de poids à la judicieuse remarque de M. de Mortillet. Il s'agit d'un dessin exécuté par un collectionneur de Lima et représentant, de face et de dos, un guerrier incasique

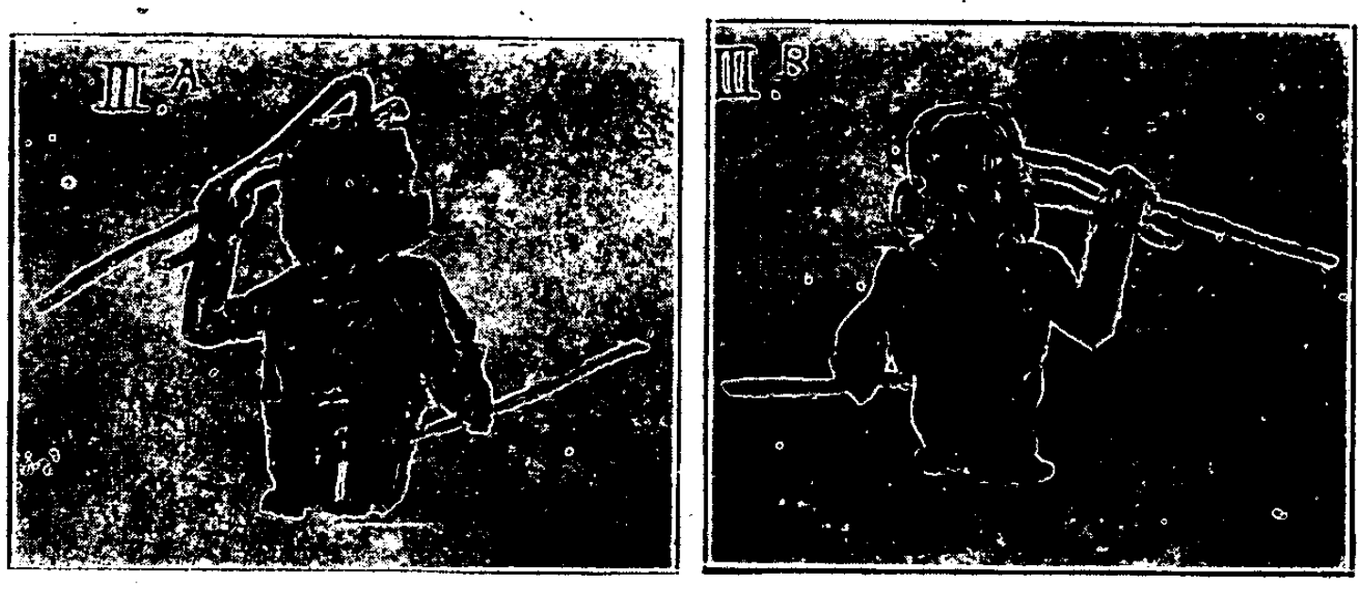


FIG. 4.

(5/6 de l'original).

brandissant une javeline qu'il s'apprête à lancer à l'aide d'un propulseur à crochet. Ce dessin a été fait d'après une figurine en or repoussé qui a dû être trouvée au Cuzco ou tout au moins au sud du Pérou (1)

(1) — Extrait-traduction de la lettre d'envoi du dessin : « Malheureusement je ne saurais « vous dire d'où ils sont. Ici, comme vous le savez, on attache très peu d'importance à « la provenance de ces objets et on se contente de déclarer qu'ils sont du Sud ou du « Nord du Pérou et si, par hasard, on exige plus de détails des vendeurs, ils les four- « nissent rarement exacts ; non pas qu'ils cherchent à nous tromper, mais parce que, en « réalité, ils ne se donnent pas souvent la peine de les vérifier quand ils nous apportent « les antiquités en stock. Ils disent presque toujours que les objets en or proviennent « du Cuzco, mais, je vous le répète, il est difficile de s'en assurer, quoiqu'il soit à peu « près certain qu'ils les apportent du Sud. C'est ce qui m'est arrivé avec les antiquités « que je possède et que je me suis procurées de cette manière.

« La pièce III^{A} et III^{B}, que je considère comme étant la plus intéressante, est représen- « tée en grandeur naturelle ; elle est faite de plaques d'or repoussé dont les bords sont « repliés et se recouvrent avec une précision remarquable. »

Mon correspondant ne me donne pas de plus amples détails en reproduisant par la photographie son dessin relevé d'aquarelle et j'ai conservé rigoureusement les dimensions de l'original ; la gravure a été exécutée en réduction.

et dont la fabrication remonte certainement à une époque reculée bien antérieure à l'invasion espagnole.

D'après Francisco de Xeres, l'historien qui a le mieux décrit l'armement des Péruviens observé par lui lors du massacre de Caxamarca(1), les troupes de troisième ligne des armées de l'Inca « portaient des petites lances destinées à être jetées et semblables à des javelines ». Les autres narrateurs de la Conquête parlent des flèches, dards ou javelots que lançaient les Indiens, mais ils ne paraissent pas s'être rendu compte du procédé employé.

En tous cas, l'arc ne figure pas, que je sache, parmi les représentations de combats ou de chasses et autres manifestations fort nombreuses, du reste, de l'art péruvien. On n'en trouve pas non plus de vestiges dans les anciennes sépultures et je serais assez porté à croire que si les Quichuas du Pérou ont connu l'arc, pour l'avoir vu employer par leurs adversaires de Quito ou des forêts de l'Amazone, ils ont dû lui préférer le propulseur à crochet qui peut se manœuvrer de la main droite seule pendant que la gauche garde les armes de réserve (hache ou *maçana*) qui seront utilisées après épuisement de la provision de javelines.

Espérons qu'à l'aide de tous les matériaux qui s'accumulent peu à peu, la science arrivera, sinon à prouver l'unité d'origine de l'humanité, du moins à établir clairement que toutes les races qui, soit par migrations soit autrement, ont peuplé successivement les diverses régions de la Terre ont appliqué leur intelligence aux mêmes inventions, surtout en ce qui concerne la guerre et la chasse qui en est l'apprentissage et l'exercice le plus propre à développer les facultés de l'homme vers ce but.

---

(1) « — Las armas que se hallaron con que hacen la guerra y su manera de pelear es la siguiente :

En la delantera vienen honderos que tiran con hondas piedras guijeñas lisas y hechas á mano, de hechura de huevos ; los honderos traen rodelas que ellos mesmos hacen de tablillas angostas y muy fuertes ; asiemesmo traen jubones colchados de algodon ; tras destos vienen otros con porras y hachas de armas ; las porras son de braza y media de largo, y tan gruesas como una lanza jineta ; la porra que está al cabo engastonada es de metal, tan grande como el puño, con cinco ó seis puntas agudas, tan gruesa cada punta como el dedo pulgar ; juegan con ellas á dos manos ; las hachas son del mesmo tamaño y mayores ; la cuchilla de metal de anchor de un palmo, como alabarda. Algunas porras y hachas hay de oro y plata, que traen los principales ; *tras estos vienen otros con lanzas pequeñas* ARROJADIZAZ, COMO DARDOS ; en la retaguardia vienen piqueros con lanzas largas de treinta palmos ; en el brazo izquierdo traen una manga con mucho algodon, sobre que juegan con la porra..... »

Francisco de Xeres, — Conquista del Perú. —

M. le Dr Edmond BLANC

Chirurgien des Hôpitaux de Saint-Etienne.

RÉSULTATS ÉLOIGNÉS DE LA CRANIECTOMIE DANS L'IDIOTIE MICROCÉPHALIQUE

[617.1 — 132.2]

— *Séance du 6 août 1897* —

Vous vous rappelez sans doute avec quel enthousiasme fut accueillie en 1890, la communication de Lannelongue à l'Académie des Sciences, sur sa première craniectomie. Verneuil, au nom de la docte Assemblée, adressa les plus chaudes félicitations à l'auteur de cette tentative, qui, disait-il, était une conception rationnelle, inspirée par l'anatomie et la physiologie pathologiques, et qui avait déjà donné, conformément à l'*a priori* théorique, un résultat remarquable.

Chacun se mit à l'œuvre et bientôt les observations se multipliaient en France comme à l'étranger. Parmi les nombreuses interventions pratiquées dans cette période d'enthousiasme, quelques-unes restèrent inefficaces, décidant leurs auteurs à délaisser cette opération ; en revanche, de réelles améliorations obtenues par d'autres chirurgiens, les encourageaient à poursuivre leurs tentatives.

D'une façon générale, cependant, l'enthousiasme des premiers jours baissait peu à peu ; on devenait de plus en plus sceptique sur la réalité de la persistance des résultats obtenus ; après avoir cru à la guérison de l'Idiotie microcéphalique par la craniectomie, on déniait à la chirurgie tout droit sur cette triste infirmité !

On objectait d'abord avec Giacomini et Hovelacque, qu'il n'existe pas de microcéphalie primaire osséale ; elle est toujours neurale : « le cerveau fait le crâne et le moule sur sa propre forme ». L'ossification prématurée des sutures n'existe pas ; dès lors à quoi rime l'opération qui se propose de donner un nouvel essor au cerveau, en affaiblissant une résistance crânienne que rien ne démontre !

En tout cas, disaient certains auteurs, en admettant même que la

difformité du crâne soit la cause de tout le mal, le fait des lésions dégénératives du cerveau qui coexistent toujours, ne semble-t-il pas rendre vaine toute tentative opératoire ?

Voilà en résumé les objections que soulevaient les adversaires de la Craniectomie ; le plus acharné d'entre eux Bourneville, dans une communication très documentée (juin 1893), prononçait contre elle un véritable réquisitoire ; il s'attachait, en analysant les 83 cas alors publiés, à en démontrer l'inefficacité absolue, et vantait au contraire les bienfaits de la méthode pédagogique.

Désireux de nous faire une opinion basée sur des faits, nous avons, dès la première heure, appliqué l'opération de Lannelongue à tous les cas d'Idiotie microcéphalique que nous avons rencontrés.

Nos deux premières opérations datent d'octobre et novembre 1891 ; la troisième de juin 1892 ; les résultats obtenus ont été exposés dans une courte note lue à la Société de médecine de la Loire en 1893, puis analysés avec plus de détails dans la thèse inaugurale de notre distingué élève et ami, le Dr Philippon, de Saint-Etienne.

Depuis, nous avons pratiqué 4 fois la Craniectomie, ce qui porte à 7 le chiffre total de nos interventions ; nous avons suivi très régulièrement nos petits malades, estimant qu'il convient de juger la valeur d'une opération par ses résultats éloignés.

Or, tout ce que nous avons pu observer, nous amène à modifier dans un sens défavorable les conclusions auxquelles nous étions arrivé, et nous devons à la vérité de déclarer bien haut que nous sommes beaucoup moins optimiste qu'en 1893, sur les résultats définitifs de la craniectomie.

Voici en effet ce que nous écrivions à cette époque :

« Une chose, disions-nous, frappe tout d'abord, c'est l'excellence du résultat immédiat : toutes les personnes qui ont suivi nos opérés ont fait la même remarque ; il semble qu'on ait enlevé du même coup la tranche osseuse et tous les symptômes morbides ; le petit malade n'est plus le même ; *il a un autre air*.

« A quoi pouvons-nous attribuer un tel résultat ? il faut faire, nous semble-t-il, une large part aux modifications apportées brusquement dans la circulation cérébrale ; il suffit d'avoir vu bomber dans la brèche osseuse le cerveau qui semble vouloir s'échapper de sa prison trop étroite, pour comprendre la décompression qui doit s'opérer dans les parties profondes.

« En outre, ne faut-il pas incriminer le shock opératoire ? le petit opéré est comme obnubilé, abasourdi ; quoi qu'il en soit de ces explications théoriques, le fait n'en existe pas moins, réel, indiscutable.

« Il ne faut pas trop se hâter de chanter victoire ! Il est bien rare que cette amélioration si profonde se continue sans interruption. Le plus souvent, l'agitation reparaît bientôt et avec elle les autres symptômes, pour diminuer ensuite progressivement dans les cas favorables.

« Le résultat le plus incontestable de l'intervention est assurément la diminution de l'*Impulsivité*.

« Les cris, l'agitation, les accès de fureur, les crises convulsives disparaissent ou du moins diminuent notablement.

« La *marche* est une des fonctions qui bénéficient le plus vite de l'opération ; le fait est noté dans la majorité des cas.

« Quant aux fonctions intellectuelles, elles sont plus lentes en général à se réveiller de leur torpeur ; peu à peu cependant, l'enfant devient plus attentif, plus obéissant, plus affectif ; il dit ou ébauche quelques mots ; il est plus éducable en un mot, et les parents, encouragés par les plus petites lueurs d'intelligence qu'ils arrivent à surprendre chez ces pauvres êtres, se remettent à leur tâche avec une nouvelle ardeur et une patience moins facile au découragement.

« En résumé, d'après notre pratique personnelle, la Craniectomie nous paraît une opération simple, facile, peu dangereuse et justifiée par les résultats. »

Malheureusement, ces résultats si encourageants et si pleins de promesses, ne se sont pas maintenus. Tous nos opérés, attentivement suivis, nous ont présenté les mêmes phases : Amélioration immédiate des plus nettes ; puis état stationnaire ; enfin retour à l'état primitif.

Les quelques lueurs d'intelligence qu'on avait été si heureux de surprendre s'éteignent ; le facies redevient hébété et le regard sans expression ; l'agitation reparaît de plus belle (accès de pleurs ou de rire inconscient ; cris inarticulés ; convulsions) ; la marche est difficile, hésitante comme avant l'opération. Bref, tout le terrain si lentement et péniblement gagné est reperdu, et il faut vraiment la foi robuste et l'inlassable espérance d'un cœur de mère pour trouver chez ces pauvres enfants l'ombre d'une amélioration sérieuse !

En définitive, si la Craniectomie reste toujours pour nous une opération *simple*, *facile*, *innocente* (nous n'avons perdu aucun de nos opérés et n'avons jamais eu la moindre complication), en revanche les résultats qu'on peut en attendre nous paraissent de plus en plus hypothétiques ; ils existent certainement au début (nous les avons constatés et consignés dans nos observations), mais ils ne sont *pas durables*.

Pour juger définitivement la question, il importerait que chaque chirurgien fît une révision sérieuse de ses opérés et en donnât de loin en loin des nouvelles.

Quelques tentatives ont été faites récemment dans ce sens et les conclusions qui en découlent ne sont généralement pas favorables à l'opération.

Dans une communication à la British medical Association, Shuttleworth proclame que l'expérience de ces cinq dernières années n'a pas confirmé l'espoir des chirurgiens ; la microcéphalie ne dépend pas d'une suture prématurée des os du crâne, mais d'un vice de développement primitif du cerveau ; et en effet, les opérations pratiquées n'ont pas amené d'amélioration dans l'état des malades.

Le Dr Telford Smith, qui se range aux conclusions précédentes, rappelle que le professeur Cunninghani (de Dublin) a montré que l'arrêt de développement du cerveau (véritable cause de la microcéphalie et de l'idiotie) se produit au quatrième mois de la vie intra-utérine.

C'est là, nous semble-t-il, qu'il faut chercher la raison des différences dans les résultats obtenus ; s'agit-il de cette variété de microcéphalie primitive (la plus fréquente), on conçoit qu'on ne doive attendre aucun bénéfice sérieux de l'intervention ; a-t-on affaire, par exception, à la *microcéphalie post-embryonnaire* et *tardive*, on est en droit d'escompter un avenir meilleur et de porter un pronostic plus rassurant.

Ces quelques considérations nous permettront d'être bref sur le manuel opératoire ; tout le monde est d'accord pour recommander une opération large ; cela va de soi : plus grande sera la brèche, plus importante sera la décompression cérébrale. Nous faisons ordinairement, de chaque côté (mais en deux séances, espacées de quelques mois), une brèche de 7 à 8 et 10 centimètres de long sur 3 à 4 de large qui nous paraît suffisante. Elle aboutit au frontal et à l'occipital, comprenant ainsi les sutures fronto-pariétale et occipito-pariétale.

Quant aux interventions plus larges proposées récemment (*Hémicraniectomie temporaire* de Doyen ; *mobilisation de la voûte du crâne* de Jaboulay), nous avouons être quelque peu sceptique sur leur importance dans le traitement de la microcéphalie. Si cette dernière est secondaire, post-embryonnaire, s'il n'y a pas de lésions cérébrales profondes, les procédés ordinaires suffiront ; si, au contraire, il s'agit de microcéphalie primitive, toute intervention échouera fatalement.

M. DELORE

Ancien chirurgien-major de la Charité, à Lyon.

CIRCULATION MATERNELLE DU PLACENTA [611.66]

— Séance du 6 août 1897 —

Le placenta est un organe tout entier dévolu à deux circulations parallèles, la circulation maternelle et la circulation fœtale. Aussi l'étude de la disposition des canaux vasculaires présente-t-elle un réel intérêt.

Pour bien se rendre compte de la structure de cet organe, on doit le considérer comme une poche creusée dans la muqueuse utérine et pénétrée par les villosités fœtales.

Envisagée de la sorte, la cavité placentaire qui a la forme d'une lentille bi-convexe, présente deux parois et une circonférence.

La *paroi utérine* est constituée par les cellules de la caduque, qui près du terme de la grossesse se préparent à la déhiscence et qui sont si lâchement feutrées que la moindre pression de dedans en dehors les soulève en les fissurant. Un contact un peu rude suffit également pour produire une déchirure.

Cette surface est, normalement, continue avec elle-même dans la plupart des placentas. Exceptionnellement elle permet de constater des orifices vasculaires manifestement organisés. L'extrême friabilité de cette membrane est la principale cause des difficultés que rencontre l'étude de la circulation placentaire.

La *paroi fœtale* est constituée par le chorion et l'allantoïde qui lui donnent de la solidité et constituent une véritable ossature.

La *circonférence* est formée également par la caduque qui présente après la délivrance plusieurs ouvertures de dimensions variables qui mettent la grande veine circulaire en rapport avec les sinus utérins. La veine circulaire à l'état normal entoure le placenta tout entier, mais elle offre plusieurs segments qui me semblent jouer des rôles différents. Au fond, on observe des orifices nombreux, de forme et de structure variées, qui servent de communication avec l'intérieur. Les uns sont fibreux et solides ; d'autres sont fort délicats. En général les orifices solides sont

vers le plancher allantoïdo-chorial ; les autres, situés sur un plan plus élevé, sont en rapport avec les sinus intercotylédonaires ou la partie périphérique de la caduque qui coiffe les villosités.

La *cavité placentaire* contient les villosités et les espaces intervilleux.

Les *villosités* sont constituées par les vaisseaux ombilicaux qui se sont introduits en refoulant le chorion et l'allantoïde dont ils se coiffent. Sont-ils recouverts également par l'endothèlium ? C'est une question non résolue.

Par leurs piliers fibreux les arbrisseaux villeux sont fortement implantés dans le chorion. Leurs sommets sont adhérents à la caduque par des imbrications conjonctives. Malgré ces points d'attache, une foule de villosités sont mobiles et sont facilement refoulées et tassées ; aussi une injection ou d'air ou d'un liquide détermine toujours une cavité intervilleuse. De ce fait on peut tirer d'importantes déductions au point de vue des hématomes.

Les *espaces intervilleux* sont difficiles à décrire, car au moment de la délivrance ils se vident complètement du sang qui maintenait leur calibre. Une comparaison banale peindra mieux leur disposition que toute description. Les villosités représentent une forêt d'arbrisseaux dont les interstices sont envahis par un brouillard. Les interstices ce sont les espaces intervilleux. Le chorion représente le sol d'où surgissent les troncs villeux auxquels il fournit l'écorce ou enveloppe conjonctive. Le sommet des arbrisseaux est couvert d'un voile, c'est la caduque qui envoie également plusieurs prolongements, dont quelques-uns forment les sillons intercotylédonaires et d'autres les crampons décrits par Dalton. Ces cloisonnements sont uniquement destinés à maintenir en place les sommets villeux ; ils sont du reste fort incomplets et la cavité placentaire est unique. En voici la preuve : si l'on pratique une injection colorée dans un orifice profond quelconque du sinus coronaire, tout le placenta est immédiatement envahi et toutes les villosités sont baignées dans le liquide coloré. Ce fait est si constant et si patent que cette seule démonstration suffit.

Je me suis demandé qui des *villosités* ou des *espaces* avaient le plus de capacité et j'ai cherché par des injections coagulantes à résoudre le problème. J'ai échoué, et voici pourquoi : si on injecte les villosités tout d'abord, elles se remplissent et se distendent de telle sorte que les espaces ne sont plus perméables. J'ai éprouvé la difficulté inverse en injectant les espaces les premiers. A mon avis, les espaces sont indéfiniment dilatables relativement aux faibles pressions qu'on peut mettre en jeu; tandis que les villosités résistent très vite à une pression dont l'énergie croît progressivement. La place qui est dévolue à la circulation maternelle me paraît donc supérieure à celle de la circulation fœtale.

Malgré que cette cavité sanguine soit unique, on peut y distinguer trois régions différentes : la *caverneuse sous-choriale*, la *villeuse* et l'*aréolaire sous-caduque*.

La région *caverneuse sous-choriale* est fort remarquable. On y observe de nombreuses aréoles facilement visibles quand on soulève délicatement les villosités ; elle est fréquemment parsemée de grands lacs qui occupent dans certains placentas (1) presque toute la surface. De distance en distance on voit s'ériger les piliers dont la direction générale est à angle droit ; la plupart sont gros et solides ; un certain nombre est couvert par des villosités qui traînent sur le plancher chorial en y contractant des adhérences si légères, à l'état normal, qu'en les frottant délicatement avec un peigne, on les soulève et l'arbre villeux apparaît dans son entier. Le tronc est blanc et les rameaux ont leur couleur lie-de vin.

La perméabilité de cette région est accusée par l'inspection à l'œil nu faite directement ou après une injection coagulante. Si elle est colorée on l'aperçoit par transparence dans toute l'étendue de la face fœtale. Mais c'est surtout par les radiographies qu'on se rend bien compte de la capacité de la région sous-choriale. Si l'injection a pénétré avec une certaine force, toutes les villosités traînantes ont été refoulées et la matière coagulante occupe un grand espace.

Les *villosités* à l'état physiologique sont séparées les unes des autres et le sang maternel peut aborder librement leur surface. Il importe que la pression vasculaire soit réduite à son minimum et s'exerce régulièrement, car leur structure est d'une extrême délicatesse et le moindre choc altérerait l'harmonie de leurs dispositions. C'est un coup de bélier circulatoire qui produit les *hématomes* intervilleux.

La région *aréolaire sous-caduque* a une moindre importance que la première ; toutefois elle n'est pas dépourvue d'intérêt. car toutes les injections se diffusent aisément sous elle. Les endographies Rœntgen et les injections coagulantes colorées en donnent la preuve. Entre les nombreux crampons des sommets villeux il y a des aréoles susceptibles de contenir une notable quantité de liquide.

L'*élasticité* du placenta ne doit pas être mise en doute. Les vaisseaux villeux la possèdent en propre, grâce à leurs fibres musculaires et à leur tissu conjonctif. Les espaces de la circulation maternelle en sont doués également mais d'une façon secondaire, grâce à la pression constante que les fibres musculaires entretiennent dans la cavité de l'utérus ; mais si un thrombus intervilleux survient l'élasticité disparaît ; des cavités anfractueuses se forment sous l'influence du moindre coup de bélier circulatoire et des hématomes se produisent.

(1) Depuis la communication de cette note, j'ai démontré que ces grands lacs étaient exclusivement le fait de dépôts thrombosiques.

La *gélatine de Warthon* lubrifie la surface choriale et les surfaces des villosités placentaires pour favoriser le glissement des hématies. C'est l'allantoïde qui pénètre dans tout le placenta, qui est chargée de la sécrétion de cette substance importante. Dans le cordon elle est accumulée en grande quantité et par cela même le toucher en apprécie facilement la présence. Quand on a l'habitude de manier fréquemment les villosités placentaires, on se rend compte qu'elles donnent la même sensation huileuse que le cordon. Tous les kystes placentaires ont pour origine la rétention de la gélatine de Warthon.

L'*érection* est une des propriétés les plus curieuses du placenta. Quand on fait une insufflation ou une injection liquide dans la veine ombilicale, on voit immédiatement le placenta augmenter de volume et se soulever de toutes parts. J'apprécie à un tiers environ l'augmentation de volume. Pareil phénomène se produit si la canule est insérée dans les orifices profonds de la veine coronaire, ou à travers le chorion, ou bien encore sous la caduque, ou en ponctionnant un point quelconque du placenta. Il y a donc deux sortes d'érection : la fœtale et la maternelle. Il faut un si faible degré de pression pour produire ce phénomène, surtout si le placenta est encore chaud, qu'on doit en conclure que l'organe est constamment en érection à l'état normal ; et en effet que l'accoucheur évoque ses souvenirs, il se rappellera que lorsqu'il pratique la version le placenta lui donne une sensation de mollesse qu'il ne retrouve plus quand il est au dehors et surtout quand il est refroidi. C'est absolument celle que donnent les tumeurs érectiles.

Il me semble donc incontestable que l'érection placentaire est permanente, car l'organe subit la tension vasculaire des vaisseaux qui le pénètrent. De la sorte, les espaces intervilleux sont agrandis et le sang maternel y est en quantité plus considérable.

Circulation maternelle du placenta. — Voici l'opinion que je soutiens, en me basant sur les considérations anatomiques que je viens d'exposer :

Le sang des sinus utérins aborde le placenta par sa circonférence. Il s'introduit dans la veine coronaire. De là, il pénètre dans la cavité par les nombreux orifices d'entrée que la multiplicité des piliers dans cette région rend fibreux et solides. Ces orifices constituent la partie la plus étroite de son trajet, car immédiatement après, il s'étale en nappe dans la grande région sous-choriale ; il est donc de nécessité physique que son cours subisse là un ralentissement prononcé. Si j'insiste sur ce fait, c'est qu'il a, suivant moi,

d'importantes conséquences au point de vue des thromboses si fréquentes en cet endroit. Peu à peu le sang inonde les piliers, puis les rameaux villeux ; il arrive ainsi sous la caduque en baignant les sommets, puis il revient vers la périphérie où il trouve des orifices *de sortie* d'une structure délicate qui le conduisent dans certains segments de la veine circulaire, disposés pour le recevoir. Dans ce trajet de *retour*, il emprunte fréquemment les canaux situés dans les sillons intercotylédonaires. En faisant de nombreuses injections liquides ou des insufflations, il m'a été souvent possible de surprendre le mécanisme de ce trajet, mais les résultats ne sont pas assez réguliers pour qu'il me soit possible d'en fournir une démonstration scientifique. La grande difficulté, c'est que le placenta est un organe qui a subi de graves déchirures et dont la paroi caduque a perdu la solidité que lui donnait pendant la grossesse son application intime contre l'utérus.

Quant à la circulation fœtale, je la considère comme connue en dehors de mon sujet.

Les *causes de la circulation* dans les espaces de la cavité placentaire ne sont pas faciles à déterminer. Le sang à son entrée subit la pression d'un groupe de sinus utérins qui le poussent dans l'intérieur de l'organe. Mais ce mode général n'explique pas tout ; aussi faut-il admettre que la double érection favorise la progression du sang, en même temps que la respiration, les mouvements de la femme et la systole du cœur de la mère et du fœtus.

J'attache également une certaine importance aux *contractions* dites *insensibles* de l'utérus qui se produisent, d'après les expériences de Brown-Séquard, dès que le sang des sinus placentaires est trop chargé d'acide carbonique.

Comme on le voit, je n'admets pas que le placenta reçoive des artères de l'utérus. Si elles existaient à quoi serviraient les sinus utérins ? Pour moi, c'est le courant sanguin des sinus utérins qui produit un courant parallèle dans le placenta.

En résumé, le sang maternel circule en vertu d'un courant dérivé auquel viennent s'adjoindre, comme adjuvants, les contractions systoliques du cœur du fœtus, les mouvements de la mère et surtout les contractions insensibles de l'utérus.

M. CÉNÂS

Médecin de l'Hôtel-Dieu de Saint-Etienne.

UN CAS DE LÈPRE NOSTRAS (SCROFULIDE MALIGNE)

[614.546]

— Séance du 6 août 1897 —

D'après M. Zambaco-Pacha la lèpre s'observerait encore fréquemment en France sous une forme atténuée : la maladie de Morvan, les déformations présentées par les cagots pyrénéens, les kakous bretons, la sclérodermie, la sclérodactylie, certaines trophonévroses, la morphée, l'aïnhum ne seraient que des formes diverses de la lèpre héréditaire et devraient être englobées sous la dénomination générale de léprose.

Vouloir rattacher ainsi à la lèpre de nombreuses affections fort disparates, c'est retomber dans les errements du moyen-âge, où l'on a enfermé indistinctement dans les innombrables méselleries toutes les affections mutilantes ou ulcéreuses que l'on supposait contagieuses. Les médecins de la région pyrénéenne sont persuadés que la syphilis a joué un grand rôle dans les léproseries et parmi les cagots (1) ; l'exactitude de cette opinion a été démontrée par M. Raymond qui a trouvé dans l'ossuaire d'une maladrerie du département du Gard, parmi 6 squelettes, 2 crânes et 1 péroné présentant des lésions manifestement syphilitiques (2).

La scrofule maligne a été probablement confondue aussi avec la lèpre. Voici des photographies qui tendent à le prouver. Elles proviennent d'un malade originaire du département de la Haute-Loire, où les soi-disant lépreux étaient très nombreux autrefois. Ils y étaient attirés par les pèlerinages à Notre-Dame du Puy où vinrent Charlemagne, Louis-le-Débonnaire, Charles-le-Chauve, Louis VII, Philippe-Auguste, Louis IX, Philippe-le-Bel, Charles VI, Charles VII,

(1) Communication du Dr Duhourcau (de Cauterets).

(2) P. RAYMOND. — *Annales de dermatologie et syph.* 1894, p. 1378.

Louis XI, François Ier, Urbain II, Calixte II, Innocent II, Alexandre III. Ils étaient arrivés, grâce aux aumônes, à amasser de grandes richesses, ce qui fit décréter au Puy en 1321, comme dans plusieurs autres points de la France vers la même époque, un « chastoy » de juifs et de ladres, qui avait surtout pour but de confisquer leurs biens au profit du trésor.

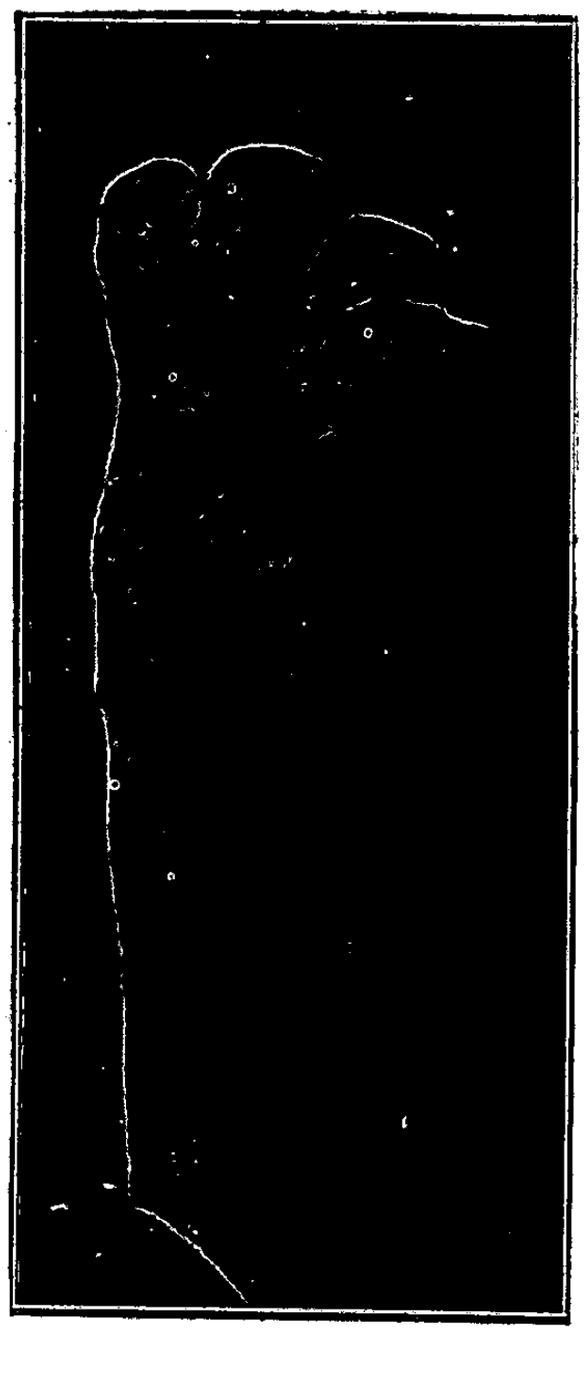


FIG. 1.

Ces donnees historiques et l'aspect des lésions faisaient penser au premier examen à la lèpre plus ou moins attenuée : l'aspect de la main droite paraissait caractéristique, de même celui de la jambe droite. Cependant il s'agissait en réalité d'une scrofulide maligne de Bazin dont le diagnostic anatomique peut se résumer ainsi : *tubercules cutanés du menton, de la cuisse gauche, du dos de la main droite, névrite dégénérative du cubital droit, tubercules cutanés de la jambe droite ayant déterminé des poussées de lymphangite, suivie d'éléphantiasis.*

Ce diagnostic a été confirmé par deux maîtres éminents, MM. Gailleton, professeur de dermatologie à la Faculté de Lyon, et Dron, ancien chirurgien de l'Antiquaille.

Si l'on voulait rattacher à la lèpre l'affection présentée par notre malade, il faudrait admettre une réviviscence de germes à un intervalle extraordinaire : toute affection quelque peu analogue est inconnue, de mémoire d'homme, dans sa famille et dans toute la région. On ne peut songer à une infection par l'eau : les puits du hameau fournissent une eau parfaitement pure. Ce hameau est situé à mi-côte du plateau granitique de Craponne (Haute-Loire) ; l'ancienne maladrerie de Brives était au contraire dans la vallée de la Loire, et le bourg de La Chaise-Dieu, où il y avait autrefois une « fontaine des lépreux », fait partie d'un système hydrologique différent. Le malade n'a jamais quitté son village et ne s'est jamais trouvé en

contact avec quelqu'un ayant habité un pays où la lèpre est endémique.

Mais si les recherches étiologiques sont négatives au point de vue de la lèpre soit héréditaire, soit acquise, il n'en est plus de même au point de vue de la tuberculose : la grand'mère du côté maternel, la mère, et deux tantes du côté paternel sont mortes phtisiques. Il y a donc hérédité tuberculeuse manifeste. A cela s'ajoutent quelques particularités cliniques et la marche de la maladie : un traitement mercuriel et ioduré a été suivi pendant plus de deux mois sans aucun résultat. Pendant ce temps le malade se trouvait soumis à des conditions hygiéniques meilleures que dans sa famille, qui est très misérable ; un traitement interne à l'iode et à l'huile de foie de morue a fait disparaître peu à peu les tubercules cutanés. A une certaine période, ces derniers ont présenté un aspect manifestement lupique. Le malade a été suivi ensuite pendant près de trois ans sans qu'on ait observé de récidive.

Pour M. Zambaco la lèpre est avant tout une maladie de misère. C'est beaucoup plus vrai encore pour les tuberculoses locales. A mesure que les conditions sociales se sont améliorées, les *ladres* du Velay ont peu à peu disparu. Mon malade présente un cas actuellement unique dans la région, mais il y a lieu d'admettre que les anciens ladres étaient, comme lui, atteints de scrofule maligne, la lèpre étant essentiellement une maladie du littoral, ne s'observant dans les montagnes que dans quelques îles infestées de lépreux, et les tuberculoses locales étant au contraire fréquentes dans les pays montagneux.

Il en était probablement de même des anciens *cagots* du Béarn, malgré qu'ils aient eu des relations plus fréquentes avec les pays lépreux. Ils ont maintenant complètement disparu des villages où l'on en rencontrait encore quelques-uns dans ces dernières années, Gèdre, Luz, Saint-Savin, Viscos, etc. (1). Il semble d'ailleurs que le terme de cagot avait un sens assez vague : cagot, agotac, cascarot, c'est avant tout une injure s'adressant soit à l'étranger, descendant des Visigoths ou des Bohémiens, soit au malade présentant des déformations hideuses. L'amour-propre de race portait à renier ces derniers, à attribuer leurs infirmités à une origine étrangère. Persécutés par l'Eglise, craints, abhorrés de la population, soumis à une législation spéciale, à des coutumes humiliantes, comme l'obliga-

(1) Communication de M. Meillon, membre de la section de Pau du Club alpin français.

tion de passer par la basse « porte à cagots », ils ont eu la même situation morale et administrative que les Juifs dans d'autres régions. C'étaient des parias, des lépreux dans le sens figuré du mot ; rien ne démontre qu'ils l'étaient dans le sens médical (1).

A propos des *kakóus* bretons il ne faut pas oublier que les marins, les pêcheurs d'Islande sont exposés à contracter la lèpre dans les contrées où elle est endémique, à en rapporter le bacille dans leurs vêtements et leurs bagages. Il ont fait naître en Islande des épidémies locales de syphilis ; il est très admissible qu'ils en aient rapporté la lèpre. La forme atténuée de la lèpre ne prouve pas son origine héréditaire : la lèpre conjugale en Islande revêt généralement une forme bénigne (2). En Algérie, M. Crespin a observé, chez une femme originaire d'Alicante, foyer lépreux, une forme caractérisée par des panaris douloureux mutilants et une atténuation des autres symptômes (3).

M. Zambaco s'appuye sur la tradition pour considérer comme lépreux et descendants de lépreux la plupart des malades atteints de déformations des extrémités. On peut l'invoquer aussi pour démontrer que le mot lèpre avait un sens fort vague. En dehors des cagots, prenons la légende de sainte Enimie : l'abbé Pascal (en 1770) emploie avec raison l'article indéfini pour traduire un passage des *Acta sanctorum* des Bollandistes : « *une* lèpre affreuse souille le corps de la fille de Clotaire-le-Jeune ». Cette lèpre qui guérit définitivement, après deux rechutes, pourrait fort bien avoir été un cas de lupus. D'ailleurs, « les médecins eux-mêmes et Gibert, dans sa première édition, relativement récente, désignaient sous le nom de lèpre nostras ou lèpre vulgaire, le psoriasis et quelques affections communes de la peau ». La citation est de M. Zambaco ! Après cela, il est difficile d'accorder quelque valeur au témoignage de la tradition.

Enfin, l'idée fondamentale de M. Zambaco, l'atténuation de la lèpre par l'hérédité, est en contradiction avec le fait, à peu près démontré aujourd'hui, que *la lèpre n'est pas héréditaire*.

« La doctrine de l'hérédité, dit M. Leloir (4), ne peut expliquer, à elle seule, la propagation de la lèpre. Je suis complètement, à cet

(1) Dans le pays basque, il y a encore à Choubitoa, près Saint-Jean-Pied-de-Port quelques individus qui, contrairement à l'opinion de M. de Rochas (*Les parias de l'Europe :* cagots et bohémiens), présentent le même type gitano que les cascarots de Cibourc, près Saint-Jean-de-Luz. Ils se sont mêlés peu à peu à la population basque ; on dit encore cependant par dérision : « parler comme un agotac ». Il y avait autrefois des infirmes parmi eux ; il n'en existe plus actuellement.

(2) Eilers, *Annales de dermatologie et syph*, 1896, p. 527.

(3) Crespin, *Annales de dermatologie et syph.*, 1897, p. 719.

(4) *Traité de la lèpre*, p.p. 281 et 284.

égard, de l'avis de A. Hansen, Schilling, Droguat-Landré, Hebra, Kaposi, Bidenkap, Holmsen, E. Besnier, E. Vidal, Neisser, Hillis, etc. Même en Norvège, les recherches de Danielssen et Boeck sont loin d'être en faveur de l'hérédité, et les travaux de Hjort, Holmsen, Eklund, Bidenkap, Hansen, etc., ont combattu l'hérédité de la lèpre. Bien des auteurs, et dans les pays les plus différents, sont arrivés à des conclusions analogues, entre autres Kierulf, Oldekop (Caucase), Someren, Monro, Hillis (Colonies). Tout récemment, Zambaco, partisan convaincu de la doctrine de l'hérédité, a fait une enquête minutieuse sur les malades qu'il a observés en Orient. Ce n'est que sur *un quatorzième* d'entre eux que la lèpre lui a paru être directement ou indirectement héréditaire ! ! ! »



FIG. 2.

Sur les 129 lépreux islandais de la statistique d'Ehlers, 29 seulement avaient des ascendants lépreux, et les renseignements négatifs sur l'hérédité ont une valeur particulière en Islande où les habitants ont souvent des registres de famille. M. Ehlers nie, en s'appuyant sur la haute autorité de M. Besnier, l'existence de la lèpre autochtone en France ; la lèpre est pour lui une maladie contagieuse dans laquelle l'hérédité ne joue absolument aucun rôle ; il montre que des femmes lépreuses peuvent mettre au monde des enfants sains, même à la période finale de leur maladie (1).

La Commission nationale anglaise chargée d'étudier la lèpre dans l'Inde conclut, après l'examen de 2.313 cas, que la lèpre ne doit pas

(1) EHLERS, Dermatologische Zeitschrift, 1896, Bd 3, H. 3, S. 276. — V. aussi thèse Eichmueller, Paris, 5 mars 1896.

être considérée comme une maladie héréditaire et qu'il n'existe aucune preuve d'une prédisposition congénitale à la contracter (1). Même conclusion à propos de la lèpre au Brésil (2).

En somme, s'il existe encore en France des cas de lèpre, soit nettement caractérisée, soit atténuée et difficile à diagnostiquer, rien ne démontre que ces cas ne doivent pas être attribués à la contagion directe ou indirecte. En présence d'un malade présentant des lésions analogues à celles de la lèpre, mais n'ayant pu être contaminé, on devra songer à la scrofule, plus particulièrement lorsque les lésions siégeront aux extrémités. « J'ai vu, dit M. Leloir (3), le lupus des extrémités être confondu avec la lèpre, et réciproquement. Dans les degrés extrêmes, le lupus des extrémités est parfois des plus difficiles à reconnaître et pourrait même être méconnu. »

Voici, maintenant, le résumé de l'observation. On remarquera la précocité du début, l'absence de troubles de la sensibilité, de symétrie dans la distribution des lésions, l'absence de toute tendance aux mutilations spontanées, la disposition circinnée des tubercules cutanés de la jambe, forme classique du lupus de cette région, enfin les déformations des ongles, presque identiques avec celles qu'ont décrites MM. Zambaco et Magitot chez les cagots du Béarn, et très différentes de celles de la lèpre.



Fig. 3.

Observation résumée. — Homme âgé de 18 ans. Antécédents tuberculeux. Pas de syphilis chez les ascendants.

Début à l'âge de 4 ans, à la jambe droite, par de petites tumeurs qui se sont mises à suppurer, se sont cicatrisées, ont été remplacées par d'autres, évoluant de haut en bas.

A l'âge de 9 ans, apparition des mêmes lésions sur le dos de la main droite ; elles progressent dans le sens de la périphérie. Vers l'âge de 13 ans, apparition de la griffe cubitale. Enfin, à 17 ans, quelques tubercules sur la cuisse gauche et le menton.

Main droite. Griffe cubitale, atrophie des muscles. Pas de troubles de la sensibilité. Absence complète de réaction électrique.

(1) *Medical Record*, 1893, t. I, p. 574.
(2) *J. of the Leprosy investigation Comittee*, déc. 1891.
(3) *Traité de la scrofulo-tuberculose*, p. 129.

Sur la face dorsale du carpe, du métacarpe et des phalanges, tubercules rouge clair, fongueux, quelques-uns ulcérés. Dans d'autres points, peau cicatricielle lisse. Ces caractères disparaissent brusquement au-dessus du poignet où la peau est saine.

Base des premières phalanges sub-luxée. Pas de lésions osseuses. Ongles énormes, épaissis, bombés. (Un infirmier trop zélé les a coupés avant la séance photographique). Pas de tendance à l'auto-amputation des doigts.

Main gauche saine, ainsi que le reste des membres supérieurs.

Jambe droite. Mêmes lésions. Les tubercules occupent la périphérie d'une vaste plaque cicatricielle, progressent surtout dans la direction des orteils. De temps à autre œdème dur, laissant la peau plus épaisse et engorgement ganglionnaire.

Rien à la *jambe gauche.*

Au-dessus du *genou gauche* (face interne), masse de tubercules agglomérés, atteignant le volume d'un œuf de pigeon. Même lésion sur le côté droit du *menton.*

Rien à signaler sur le reste du corps, ni du côté des muqueuses. Pas de lésion viscérale, cérébrale, médullaire ou sensorielle, système pileux normal.

L'examen bactériologique n'a montré que les microbes vulgaires de la suppuration.

M. le Dr F. MONTAGNON

Médecin des Hôpitaux de Saint-Etienne.

DE L'ACTION DES BOISSONS CHAUDES SUR LA FONCTION STOMACALE [612.32]

— Séance du 7 août 1897 —

Depuis longtemps, déjà, j'ai remarqué que certains dyspeptiques, les atoniques, ou nervo-moteurs spécialement, se trouvaient bien de l'usage des boissons chaudes.

C'est un fait connu que les boissons tièdes (entre 30 et 36°) ont une action sédative manifeste (gastralgie) sur les phénomènes douloureux

qui accompagnent l'ingestion des aliments chez les dyspeptiques.

Ce qu'on sait peut-être moins, c'est l'influence des boissons chaudes, aussi chaudes que possible, sur la motilité stomacale.

Dans un estomac normal, il ne reste plus rien d'un repas *six heures* après son absorption; quand, après ce laps de temps, on trouve encore des résidus alimentaires, c'est qu'il existe une atonie de la tunique musculaire qui, arrivée à un certain degré, détermine de la rétention, dont les conséquences ne sont pas à décrire, mais qu'il est primordial d'éviter.

Un de mes malades, atteint d'hyperchlorhydrie avec ectasie gastrique et phénomènes de rétention, chez lequel j'avais constaté à la sonde, à plusieurs reprises, une insuffisance d'évacuation et la présence de parcelles alimentaires jusqu'à 12 heures après le repas, fut soumis d'une façon régulière à l'usage de boissons chaudes en mangeant (T. de 40 à 45°); après une quinzaine de jours de cette pratique, les aliments étaient complètement passés dans l'intestin après 9 heures (constatation par lavages); satisfait d'un mieux nettement établi, mon sujet voulut revenir à ses habitudes antérieures, mais quelques jours après, je constatai que l'estomac se vidait moins bien, et je trouvai encore des aliments 11 heures après le repas.

L'amélioration ne persista donc pas, faute de persévérance; il n'en est pas moins vrai que ce fait prouve ou du moins aide à démontrer l'efficacité des liquides chauds sur la contractilité de la tunique musculaire de l'estomac.

Il me semble toutefois nécessaire pour obtenir un résultat persistant d'en continuer l'usage plusieurs mois sans interruption, et particulièrement dans ces cas anciens d'atonie avec dilatation accentuée, dans lesquels la fibre musculaire réagit avec peine à l'excitation. Cette thérapeutique conviendra très bien aussi à l'hypochlorhydrie avec atonie, dont les femmes offrent de si fréquents exemples.

Mais si les liquides chauds ont une action sur la motricité stomacale, il ne paraît pas en être de même au point de vue de la sécrétion.

Voici les résultats obtenus chez deux malades ayant fait le même repas d'épreuve que ceux mentionnés plus haut, mais en buvant aussi chaud que possible après avoir bu comme d'ordinaire dans une autre expérience :

M^me^ J.... , 29 ans, ménagère.

1re expérience. — Ext. du repas 1 h. 1/4 après. Boisson température habituelle :

R. G. = 0
V. B. = vert pomme
Uffelm = traces
Biuret = rose vif
A. T. = 3.06

Dig. art. étuve à 39° (1cc albumine)
HCL = en 2 h.
P. = en 2 h. 3/4
S. G. = en 2 h. 3/4

2e *expérience.* — Ext. 1 h. 1/4 après. Boisson aussi chaude que possible (40 à 45°).

R. G. = 0
V. B. = à peine vert pomme
Uffelm = traces
Biuret = rose
A. T. = 2.90

Dig. art. étuve à 39° (1cc albumine) — HCL = en 3 h. Pep. = à peine attaqué en 24 h. S. G. = nul en 24 h.

IIe OBSERVATION

1re *expérience.* — Hyperchlorhydrique avec rétention. Ext. 1 h. après. Boisson température habituelle.

R. G. = Cercle rouge vif
V. B. = Vert
Uffelm = traces
Biuret = rose net
H. T. = 3.282

Dig. art. étuve à 39° (1cc albumine) — HCL = en 2 1/4 Pep. = en 2 1/2 S. G. = en 2 1/2

2e *expérience.* — Ext. 1 h. 20 après. Boisson chaude.

R. G. = rouge vif
V. B. = vert pré tirant sur jaune
Uffelm = traces
Biuret = rose vif
A. T. = 3.285

Dig. art. étuve à 39° (1cc albumine) — S. G. = en 2 h. 1/2

La digestion comparative avec les autres tubes n'a pu être faite, la quantité de suc à notre disposition n'ayant pas été suffisante.

3e *expérience.* — Ext. 1 h. après le repas. Boisson chaude.

R. G. = rouge
V. B. = vert pré intense tirant sur jaune
Uffelm = traces
Biuret = rose
A. T. = 3.293

Dig. art. étuve à 39° (1cc albumine) — HCL = en 2 h. Pep. = en 2 h. 1/2 S. G. = en 2 h. 1/4

Comme on peut s'en rendre compte par ces analyses, l'acidité est restée à peu près la même, et l'activité digestive n'a guère varié.

Le petit écart, en plus ou moins, s'explique par la légère cause d'erreur que peut toujours occasionner une réaction, basée sur les changements de teinte.

Cette propriété des liquides chauds sur l'estomac présente une certaine importance, car elle peut être utilisée chez les hyperchlorhydriques simples ou avec hypersécrétion, atteints en même temps d'ectasie gastrique et rétention, chez lesquels il importe d'augmenter la vitesse d'évacuation de l'estomac et d'éviter les phénomènes de rétention habituels en cette occasion, sans accroître l'excitation des éléments glandulaires, trop actifs déjà dans ces cas ; *a fortiori*, devra-t-on l'utiliser chez les hypochlorhydriques dilatés et chez les dyspeptiques atoniques ou nervo-moteurs.

Cette propriété motrice n'est pas spéciale aux liquides chauds, les boissons froides, glacées ont encore une notable action sur l'estomac, puisque Jaworski s'en est servi, comme moyen d'excitation de la muqueuse, pour étudier la sécrétion gastrique, mais elle est précisément trop vive, car le spasme qui en résulte est suivi d'un brusque relâchement de la fibre musculaire, condition très défavorable dans les cas d'hyposthénie.

C'est donc aux boissons chaudes qu'il faut avoir recours, leur action continue et progressive mettant à l'abri de ces inconvénients et fournissant un excellent moyen d'évacuation du résidu alimentaire stomacal.

M. le Dr DESTOT

A Lyon.

RADIOGRAPHIES ANATOMIQUES [537.59]

— Séance du 6 août 1897 —

M. Destot présente la radiographie des circulations artérielles et veineuses et de différents organes.

Il rappelle que ces épreuves ont été obtenues :

1° Avec une machine statique.

2° Avec un tube de sa fabrication.

La machine statique est une Wimshurst ordinaire de 0,55 de plateaux, actionnée par un moteur. Ainsi que l'auteur le dit, depuis février 1896 on augmente le rendement :

1° Par la vitesse de rotation,

2° Par l'emploi des condensateurs,

3° Par l'emploi des détonateurs à boules.

Cette dernière remarque a été confirmée par les dernières expériences de Rœntgen. D'autres machines peuvent être employées, notamment la machine Tœpler à vingt plateaux de 25c, Holtz à 8 plateaux. La maison Boulade de Lyon construit, sur les indications de l'auteur, une machine à 12 plateaux genre Tœpler de 35 centimètres de plateaux, qui, tout en donnant un grand débit, assure une longueur d'étincelles plus considérable que la machine allemande.

L'emploi du stéréoscope favorise la dissociation des injections fines, en permettant d'exagérer le relief.

Les épreuves présentées le démontrent.

La technique des injections consiste à préparer des masses de pénétration croissante : c'est ainsi que le même organe sera successivement injecté, avec du suif contenant :

1° De la poudre de bronze qui montrera la distribution générale des vaisseaux.

2° D'argent réduit qui montrera des réseaux plus fins.

3° D'onguent napolitain qui pourra passer à travers les capillaires.

C'est de cette façon que l'on a pu poursuivre les vaisseaux des reins et passer à travers les glomérules.

La réduction de sel métallique *in situ* : l'emploi du soufre en dissolution dans le sulfure de carbone, l'éther iodoformé donnent des images moins nettes. Ces recherches ont été faites avec la collaboration de M. le Dr Bérard.

Pour le rein, l'auteur présente des pièces qui ont déjà été communiquées à la Société de biologie (19 novembre 1896) et à l'Académie de médecine (décembre 1896).

La circulation utérine a été publiée (février 1897) dans la *Province Médicale* et les pièces confirmant les conclusions dont les principales sont :

1° Variabilité de l'anastomose entre l'utérine et l'utéro-ovarienne suivant quelquefois le même sujet.

2° Existence de l'utérine accessoire.

3° Utéro-ovariennes accessoires.

4° Distribution de l'artère utérine confirmant les recherches dernières de M. Keifer.

Pour le placenta les pièces présentées ont été reprises par M. Delore qui, au point de vue du placenta fœtal, n'est pas parvenu à de meilleurs résultats.

Quant au placenta maternel, les conclusions que l'on peut tirer des pièces examinées ne sont confirmatives qu'autant que l'on pourra faire des injections maternelles vraies.

Pour le corps thyroïde les conclusions ont été présentées dans la thèse de M. Bérard.

Pour le cerveau on n'a pas pu trouver l'anastomose entre la circulation corticale et la circulation des noyaux gris centraux.

L'auteur présente encore différentes pièces anatomiques (langue, testicules, glandes salivaires, etc.) qui montrent toute l'importance de ce moyen d'investigation appliqué aux recherches anatomiques. Les pièces consistent soit en radiographies simples, soit en vues stéréoscopiques, soit en agrandissements, soit enfin en projections.

M. le Dr DESTOT

A Lyon.

DE LA RADIOGRAPHIE DANS LES LÉSIONS TRAUMATIQUES DU PIED ET DU POIGNET [537.53]

— Séance du 9 août 1897 —

S'il est un emploi vraiment utile de la radiographie, c'est bien celui qu'on en peut faire dans les lésions traumatiques mal définies du pied et du poignet. Les pièces du squelette qui sont ici intéressées échappent la plupart du temps aux explorations chirurgicales ordinaires, en raison de leur petitesse ; on ne peut souvent que soupçonner la lésion. Il n'existe aucun signe clinique certain permettant de baser un diagnostic et d'établir un pronostic.

Depuis que j'ai eu l'attention appelée sur les lésions possibles du pied ne répondant pas aux données classiques, j'ai pu trouver soit dans les hôpitaux, soit dans ma clientèle privée 17 cas de fractures de l'astragale, dont le diagnostic n'avait pas été porté. J'ai de plus observé 2 luxations sous-astragaliennes, une luxation de tout l'interligne de Lisfranc, des fractures de métacarpiens isolées, et c'est l'ensemble de ces pièces que j'ai l'honneur de présenter à la Société.

Pour le poignet, j'ai pensé que les lésions des os du carpe devaient être plus fréquentes qu'on ne le disait, par analogie aux fractures de l'astragale. Et en effet j'ai pu trouver 6 fractures du scaphoïde associées ou non à des fractures du radius, simulant l'entorse du poignet comme les fractures de l'astragale peuvent simuler l'entorse du pied.

Je ne veux pas rapporter ici toutes ces observations en détail ; j'insisterai seulement sur le mécanisme qui préside à la production de ces lésions, et je veux surtout montrer l'importance médico-légale que peut avoir la méconnaissance de ces faits.

D'abord les fractures de l'astragale empruntent plusieurs mécanismes, tantôt elles accompagnent les fractures du calcanéum dans

la chute sur la plante des pieds ; tantôt c'est le mécanisme des fractures de l'extrémité inférieure de la jambe par torsion du pied en dedans. Mais ici encore la chute est nécessaire. Tantôt on observe des fractures parcellaires de l'astragale par flexion du pied forcée. J'ai pu en observer deux exemples très typiques, l'un dans lequel la fracture de l'apophyse postérieure de l'astragale était seule arrachée ; l'autre dans lequel à cet arrachement de l'apophyse postérieure était jointe une fracture de la malléole interne.

D'autres cas sont plus irréguliers ; c'est ainsi que j'ai pu voir une fracture de la tête de l'astragale coexistant avec une fracture de la face inférieure du scaphoïde.

Dans ces cas, il s'agit de chute le pied étant en extension légère, s'accompagnant de rotation, l'astragale va se luxer, chassée de sa loge tibio-péronière, mais elle rencontre une colonne osseuse qui lui résiste, la voûte s'exagère et la tête s'écrase contre le scaphoïde qui lui-même peut éclater.

La fréquence de ces lésions de l'astragale confirme les données expérimentales de M. l'agrégé Rochet, qui essayant de luxer l'astragale, a vu que cet os se fracturait dans tous les cas où le pied n'était pas en extension. L'importance du pronostic découle de la constatation de ces lésions et l'on comprend qu'un chirurgien ne saurait assez faire de réserve en présence d'une lésion constatée de l'astragale.

La première observation que j'ai pu faire, montre très bien l'importance médico-légale de la radiographie. Il s'agissait d'un mineur de Saint-Etienne qui plaidait contre une Compagnie depuis fort longtemps. Les experts n'avaient pu constater aucun symptôme ; il s'agissait pourtant d'une fracture du col de l'astragale que la radiographie démontra. L'affaire eut un dénouement assez singulier : on fit en effet contester la valeur légale de ce moyen d'exploration, et il fallut un arrêt de la Cour d'appel de Lyon pour donner aux rayons X leur lettre de créance.

A côté des fractures de l'astragale, je n'insisterai pas sur les fractures diverses du massif de l'arrière-pied ; par contre, il devient assez important de connaître les fractures isolées des métatarsiens que la radiographie est seule capable de démontrer.

Parmi les autres lésions traumatiques du pied, j'ai pu observer deux luxations sous-astragaliennes, dont les radiographies ont permis de déceler la forme et nature en même temps qu'indiquer le procédé de réduction.

Ces deux luxations ont présenté ce caractère singulier qu'au lieu d'être dues à un grand traumatisme et à une chute comme les fractures de l'astragale, elles se sont produites très simplement.

Dans un cas, le malade, blanchisseur de son état, descendait de sa voiture et se tourna le pied en arrivant au sol ; son pied fut luxé sans que le malade tombât ; la luxation sous-astragalienne était franchement en avant.

Dans le second cas, il s'agissait d'un bicycliste qui voulut mettre pied à terre ; en arrivant au sol, le pied rencontra le bord d'un talus sur lequel il roula : le malade ne tomba pas et fut retenu dans sa chute par une haie : luxation sous-astragalienne avec adduction du pied.

La vue des radiographies permit de faire la réduction dans les deux cas au bout de 7 jours.

A côté de ces faits, je dois mentionner une luxation de l'articulation de Lisfranc, à la suite d'une chute de cheval ; le cavalier tomba avec sa bête, le pied fut pris et la bascule de l'étrier entraîna la luxation.

Pour le poignet, les lésions que l'on trouve du côté du scaphoïde sont très fréquentes, et j'ai exposé longuement (Province Médicale, 31 juillet) leur mode de production.

Le scaphoïde par sa courbure tend à se casser dans les chutes sur la paume de la main.

Suivant que le condyle carpien est solidarisé dans toute sa masse, ou qu'au contraire, la force agit partiellement, on peut avoir des fractures isolées du scaphoïde ou au contraire des fractures du scaphoïde avec fractures du radius typiques et classiques.

Cette lésion du scaphoïde dans les entorses du poignet est très remarquable puisqu'elle donne la clef des douleurs et assombrit le pronostic.

Aussi la radiographie rend-elle de précieux services.

J'ai pu observer un cas de fracture du scaphoïde, non plus dans la chute sur la paume de la main, mais une chute sur la face dorsale du poignet. Dans ce cas l'extrémité supérieure du scaphoïde est décapitée par le tendon du 1er radial.

Tous ces faits démontrent que la radiographie devient de jour en jour un mode d'exploration dont les chirurgiens et les médecins ne sauraient être désintéressés. Dans les cas que je viens de rapporter, les fractures ont été méconnues la plupart du temps, et l'on n'eût certainement pas fait le diagnostic sans le tube de Crookes.

Aussi l'importance de la radiographie peut se définir d'un mot : c'est une méthode d'urgence et de nécessité ; et l'on ne doit pas hésiter à avoir recours à ses lumières en présence d'entorses en apparence simples et banales.

M. le Dr J. REBOUL

Membre correspondant de la Société de chirurgie de Paris,
Chirurgien de l'Hôtel-Dieu de Nimes.

ANGIOMES ET ANGIOLIPOMES SOUS-CUTANÉS ET INTRA-MUSCULAIRES, SIMPLES ET CAVERNEUX, DU MEMBRE SUPÉRIEUR GAUCHE ET DU THORAX [66.993]

— Séance du 6 août 1897 —

Les angiomes sous-cutanés, malgré les travaux auxquels ils ont donné lieu, surtout dans ces dernières années, présentent encore bien des points intéressants. Leur pathogénie, leur évolution, leurs transformations et leur traitement méritent d'attirer l'attention. Aussi, la coexistence chez la même malade d'angiomes sous-cutanés simples, d'angiomes caverneux sous-cutanés et intra-musculaires, d'angiolipomes coïncidant avec des dilatations variqueuses, m'a paru digne d'être signalée, non seulement au point de vue du diagnostic et du traitement, mais encore au point de vue de la transformation et de l'évolution de ces variétés d'angiomes.

Observation. — Mme B....., âgée de trente ans, demeurant à Nîmes, vient me consulter le 26 juin 1897 pour plusieurs tumeurs qu'elle porte à la main et au poignet gauches, et surtout à la région thoracique antérieure. Réglée à quinze ans, elle a toujours été d'une santé délicate, mais n'a jamais eu de maladie sérieuse. Mme B..... s'est mariée à vingt ans, et a eu six enfants en dix ans. Deux de ces enfants sont morts en nourrice, les quatre autres sont actuellement vivants. Le dernier accouchement a eu lieu en mars 1896.

Les tumeurs que présente Mme B....., tout au moins celles de la main gauche, paraissent remonter à son enfance ; — elle se rappelle en effet qu'étant en pension, vers 12 ou 14 ans, elle avait remarqué et montré à ses parents deux tumeurs, parfois douloureuses, de la face antérieure du poignet et de l'éminence hypothénar gauches. On n'y attacha aucune importance.

Il y a 6 ans, apparition d'une petite tumeur au-devant de la partie inférieure du sternum. Cette tumeur ne déterminant pas de douleurs, la malade

ne s'en préoccupa pas. Il y a 4 ans, Mme B..... reçut, sur la partie antérieure du thorax, au-dessus et en dedans du sein gauche, un coup d'ombrelle. Quelque temps après, elle vit se développer dans cette région (3me espace intercostal gauche) une tumeur qui augmenta progressivement; d'abord indolente, elle devint plus tard le siège d'élancements et d'une sensation de gêne et de plénitude.

C'est pour ces tumeurs douloureuses que Mme B..... vient nous consulter.

La malade est pâle, maigre, d'une apparence de santé délicate ; elle a le facies d'une tuberculeuse et je pensai tout d'abord en examinant ses tumeurs à des abcès froids tuberculeux. Ce n'est qu'après un examen plus minutieux que j'arrivai au diagnostic d'angiomes sous-cutanés.

Mme B..... présente de nombreuses tumeurs sur la région thoracique antéro-latérale gauche, le dos, le flanc droit, le poignet et la main gauches. A la partie antérieure du thorax, on voit deux tumeurs, dont l'une, du volume d'un œuf de poule, siège à la partie antérieure du troisième espace intercostal gauche et se prolonge en bas et en dehors sous le sein. Cette tumeur mollasse, se gonflant pendant les efforts et la toux, paraît réductible dans le thorax à travers l'espace intercostal, et semble limitée. Pas d'altération de la peau. La tumeur siège profondément sous le pectoral. La pression sur la tumeur est un peu douloureuse, surtout au niveau de la quatrième côte.

L'autre tumeur, du volume d'une noix, se trouve au-devant de la partie inférieure du sternum. Elle est bleuâtre, molle, en partie réductible, ce qui me fait penser à une communication intra-thoracique.

Sur la partie latérale droite du thorax, au niveau du septième espace intercostal, il y a une petite tumeur sous-cutanée, mollasse, sans altération de coloration de la peau.

Dans la région dorsale droite, deux petites tumeurs vasculaires, mollasses.

La main et le poignet gauches présentent une série de tumeurs, les unes bleuâtres, les autres sans changement de coloration de la peau ; elles siègent sur la face antérieure du poignet, l'éminence hypothénar, l'auriculaire, le médius, le premier espace interosseux.

Sur la partie moyenne de la face antérieure du poignet, on voit une tumeur ovalaire, légèrement bleuâtre, molle, limitée, sous-cutanée, paraissant adhérente profondément, un peu douloureuse à la pression.

L'éminence hypothénar est entièrement occupée par une tuméfaction mollasse, diffuse, sous-cutanée.

Sur la face interne de l'auriculaire, au niveau de la deuxième phalange, petite tumeur ovalaire, adhérente à la peau et aux parties profondes, diffuse, mollasse, sans altération de coloration de la peau.

A la face antéro-externe de la première phalange du médius, petite tumeur molle, sous-cutanée, diffuse, sans coloration de la peau.

A la partie moyenne du premier espace interosseux, on sent profondément une petite tumeur arrondie, du volume d'un gros pois, mobile sous la peau et sur les muscles.

Sur la face antéro-interne du membre supérieur gauche, surtout à partir du coude, on voit, se dirigeant vers la région axillaire, une traînée de vaisseaux sanguins dilatés, rappelant les vaisseaux afférents des anévrysmes cirsoïdes.

Pas d'autres angiomes apparents à la surface du corps.

Pas de troubles trophiques notables de la peau et des os du membre supérieur gauche. Cœur normal. Induration notable du sommet gauche.

Opération le 6 juillet 1897, à la maison de santé des Franciscaines, avec l'aide du Dr Lafon, médecin de l'Hôtel-Dieu de Nîmes.

Anesthésie au chloroforme, à cause de l'état du poumon gauche.

Je me propose d'exciser tous les angiomes accessibles.

Hémostase élastique pour les opérations sur le poignet et la main.

1° Tumeur du poignet. La tumeur, sous-aponévrotique, est adhérente à la gaine du nerf médian. Ablation. La tumeur a 2 centimètres de hauteur sur 1 centimètre de largeur. C'est un angiome caverneux type, avec lacunes remplies de sang noir ou rouge.

2° Tumeur de l'éminence hypothénar. C'est un angiolipome caverneux de 3 centimètres 1/2 de longueur sur 2 centimètres 1/2 de largeur, adhérant à l'aponévrose et aux muscles de la région que je dois réséquer en partie. Cet angiome est formé d'un lacis vasculaire avec cavités kystiques contenant du sang noir liquide, plongées au milieu d'un tissu lipomateux.

3° Tumeur de l'auriculaire. C'est un angiolipome lobulé de 1 centimètre 1/2 de longueur adhérant aux vaisseaux collatéraux internes et se prolongeant au devant de la phalange et des tendons.

4° Tumeur du médius. Angiolipome adhérent aux vaisseaux collatéraux externes.

5° Tumeur du 1er espace interosseux. C'est un petit angiome kystique, plongé au milieu du tissu cellulo-graisseux et libre de toutes connexions avec la peau et l'aponévrose.

Ces cinq tumeurs ont été excisées après incision de la peau et dissection, quelques ligatures ont été nécessaires. Sutures au crin de Florence. Pansement ouaté compressif.

6° Tumeur pré-sternale. L'incision de la peau, très amincie, me conduit sur une tumeur bleuâtre, plaquée au devant de la partie inférieure du sternum et enfouie au milieu du tissu cellulo-graisseux ; j'excise la tumeur très largement et n'ai à poser que quelques ligatures. Cette tumeur de 3 centimètres de large sur 4 centimètres de hauteur est un angiolipome lobulé kystique.

7° Tumeur du 3e espace intercostal gauche. Une incision en forme de croissant à concavité interne et supérieure me permet de circonscrire par en bas la tumeur qui, de la partie interne de l'espace intercostal paraît se diriger en bas et en dehors sous la glande mammaire et le pectoral. Le tissu cellulaire et l'aponévrose du grand pectoral incisés, je me fraye une voie à travers les faisceaux superficiels du grand pectoral à l'aide de la sonde cannelée et du doigt, et je trouve, au milieu des faisceaux profonds de ce muscle et l'ayant envahi, une tumeur bleuâtre, spongieuse, qui occupe tout l'espace intercostal dont elle a détruit les muscles et qui se prolonge en bas et en dehors. Je puis assez facilement circonscrire la tumeur et disséquer son prolongement inférieur, mais je suis bientôt arrêté par un énorme pédicule mou, très vasculaire, plongeant dans l'espace intercostal

et pénétrant dans le médiastin. Ne pouvant poursuivre la dissection de ce pédicule sans faire courir des dangers de grave hémorragie à ma malade, je me borne à placer une ligature en masse sur le pédicule, puis une seconde ligature médiate ; enfin je sectionne la partie de la tumeur que j'avais pu libérer, et fais quelques ligatures supplémentaires. A deux ou trois reprises, j'ai dû arrêter ma dissection de l'angiome et faire de la compression à cause de l'hémorragie abondante et en nappe qui se produisait, les parois des vaisseaux se déchiraient sous la pression des pinces.

Avant de placer les sutures, je fais un tamponnement prolongé avec une solution d'antipyrine et je saupoudre la plaie d'une poudre astringente. Sutures profondes et superficielles. Compression ouatée.

Ne pouvant continuer à enlever les autres angiomes, à cause de la faiblesse de la malade, dont le pouls se déprimait, j'arrête là l'opération, me réservant de traiter les autres tumeurs s'il y avait lieu par l'excision ou l'électrolyse. Mon intervention avait duré vingt minutes. Dix jours après, réunion par première intention de toutes les plaies. La malade rentre chez elle le 25 juillet.

Aucun accident, aucune hémorragie ne se sont produits après cette opération multiple. La malade qui souffrait des tumeurs du poignet, de l'éminence hypothénar et du 3e espace intercostal gauche, n'éprouve plus ni gêne, ni douleurs et a pu reprendre ses occupations.

Cette observation d'angiomes et d'angiolipomes sous-cutanés et intra-musculaires, simples ou caverneux, avec dilatations variqueuses, est intéressante à plusieurs titres.

Le diagnostic des tumeurs multiples, que présentait cette malade, ne laissait pas que d'être très embarrassant à un premier examen. Cette femme était frêle, délicate, elle avait le facies anémique des tuberculeux, elle était épuisée par une série d'accouchements rapprochés. Elle ne se plaignait que de sa tumeur thoracique gauche et de celles du poignet et de l'éminence hypothénar ; ces tumeurs étaient le siège de douleurs spontanées, d'élancements, elles étaient molles, fluctuantes, limitées ; celle de la poitrine était en partie réductible ; la pression, au niveau de la 4me côte, provoquait une douleur assez vive ; l'examen du poumon gauche me révélait une induration très manifeste.

Aussi, à mon premier examen, je fis le diagnostic d'abcès froids du poignet et de la main, et d'abcès symptomatiques d'une lésion costale pour les tumeurs de la poitrine.

Ce n'est qu'ultérieurement, en examinant minutieusement la malade au lit, avant l'opération, que j'arrivai à réformer mon diagnostic.

Frappé de la multiplicité des tumeurs que je rencontrai, de leur mollesse, de leur localisation à la main et au poignet d'une part, sur

le thorax d'autre part, de leur réductibilité partielle, de la coloration bleuâtre que présentaient quelques-unes d'entre elles, et de la dilatation variqueuse que je constatai sur le membre supérieur gauche, depuis la partie supérieure de l'avant-bras jusque dans le creux axillaire, je pensai à des angiomes sous-cutanés, simples ou caverneux avec tendance à la généralisation ou tout au moins à l'extension.

Le Dr Lafon qui examina la malade avant l'anesthésie fit le même diagnostic.

Les diverses opérations que nous pratiquâmes, cinq pour la main et le poignet, deux pour la poitrine, confirmèrent nos diagnostics et nous montrèrent que nous avions affaire tantôt à des angiomes simples sous-cutanés, tantôt à des angiolipomes avec transformation caverneuse ou kystique, tantôt à des angiomes caverneux purs.

Sur ces huit angiomes, il y avait 4 angiolipomes simples, lobulés, kystiques (Tumeurs de l'auriculaire, du médius, du 1er espace interosseux, tumeur pré-sternale), deux angiolipomes caverneux (Tumeurs du poignet, de l'éminence hypothénar), un angiome caverneux type avec quelques prolongements kystiques (Tumeur intercostale et pectorale).

Aucun de ces angiomes n'était adhérent à la peau. Par contre, celui de l'éminence hypothénar était adhérent à l'aponévrose et envahissait les muscles que j'ai dû réséquer en partie. L'angiome thoracique gauche avait détruit les muscles intercostaux et avait envahi les plans profonds du muscle grand pectoral.

Les angiomes des doigts (auriculaire et médius) adhéraient aux vaisseaux collatéraux. L'angiome de la face antérieure du poignet contractait des connexions intimes avec la gaine du nerf médian.

La dilatation variqueuse du membre supérieur gauche commençait à la partie moyenne de l'avant-bras, remontait au devant et en dedans du coude où se trouvaient de véritables traînées cirsoïdes, puis, suivant la face interne du bras, venait confluer dans la partie antérieure du creux axillaire où se trouvaient de gros vaisseaux tortueux et enchevêtrés. On sentait ces dilatations vasculaires se continuer dans la profondeur du creux axillaire, allant s'anastomoser d'une part sous les pectoraux, avec l'angiome du troisième espace intercostal, et d'autre part sous la clavicule avec les vaisseaux sous-claviers.

Deux de ces angiomes étaient douloureux spontanément : celui de la face antérieure du poignet, adhérent à la gaine du nerf médian, et celui du troisième espace intercostal ayant envahi le muscle grand

pectoral. C'est cette douleur spontanée et à la pression qui m'avait fait faire, lors de mon premier examen, un diagnostic erroné. Ces phénomènes douloureux ont disparu depuis l'opération à la suité de l'ablation complète de l'angiome du poignet et de l'ablation incomplète de celle du thorax.

La multiplicité des angiomes que présentait notre malade paraît avoir influencé sur sa santé et porté atteinte à la nutrition générale. Nous avons nettement constaté une induration du sommet gauche. Il y aurait donc coïncidence ou plutôt rapport de cause à effets entre les angiomes sous-cutanés, simples ou caverneux multiples et la tuberculose.

Certaines conditions paraissent avoir, dans ce cas, favorisé ou provoqué le développement ou la généralisation de ces angiomes.

C'est vers l'âge de 14 ans que notre malade, qui a actuellement 30 ans, a constaté le début de son affection par l'angiome de la face antérieure du poignet et de l'éminence hypothénar. A 15 ans, apparition des règles ; à 20 ans, elle se marie et met au monde 6 enfants en 10 ans. A 24 ans, Mme B. constata l'apparition d'une tumeur au devant de la partie inférieure du sternum. A 26 ans, il y a 4 ans, notre malade reçoit un coup d'ombrelle sur le devant de la poitrine, au niveau du troisième espace intercostal gauche. Quelque temps après se développe, en cette région, une tumeur semblable aux autres, d'abord indolente et qui devient ensuite le siège de douleurs et de gêne. Mme B... ne peut préciser l'époque d'apparition des autres tumeurs de la main et de celles du dos et du flanc droit, elle n'avait pas d'ailleurs remarqué ces dernières.

En somme, ces angiomes ont débuté ou apparu au moment de la puberté ; sous l'influence du mariage, des émotions, des fatigues, des accouchements répétés, un nouvel angiome apparaît à 24 ans, puis d'autres tumeurs se développent. A 26 ans, un trauma reçu sur le devant de la poitrine devient la cause occasionnelle du développement d'un angiome caverneux qui s'étend, devient douloureux. En même temps, la santé générale s'altère. Il se produit une véritable généralisation angiomateuse, le membre supérieur gauche, et la partie correspondante du thorax présentent 7 angiomes appréciables, 5 à la main et au poignet, 2 sur la paroi thoracique antérieure ; ces deux groupes sont reliés entre eux par des dilatations vasculaires, cirsoïdes et variqueuses. De plus, sur la région dorsale et le flanc droit, se produisent de nouveaux angiomes.

Que faire en présence d'une multiplicité et d'une extension si grande des angiomes ? Dans mon intervention j'ai enlevé à la malade

les 5 angiomes de la main et du poignet, l'angiome pré-sternal, et ai tenté d'exciser l'angiome intercostal et pectoral, mais j'ai dû m'arrêter en présence des hémorragies en nappe qui se produisaient et de la pénétration de l'angiome dans le médiastin. D'ailleurs, la malade commençait à pâlir, quoique l'opération n'eût duré que 20 minutes, son pouls faiblissait, cependant elle avait, jusque-là, très bien supporté l'anesthésie. Je laissai donc, sans y toucher, les angiomes du dos et du flanc droit.

Etant donnée cette angiomatose, si de nouvelles tumeurs se produisent ou si celles que j'ai dû laisser entières ou partielles se développent, je tenterai de nouveau leur excision si elles me paraissent facilement opérables, mais s'il y a contre-indication, et en tout cas pour l'angiome intercostal gauche, j'aurais recours à l'électrolyse qui m'a donné, avec la technique de Redard, d'excellents résultats dans des cas d'angiomes de la face et de la tête.

Le pronostic de ces angiomes sous-cutanés, angiolipomes ou angiomes caverneux multiples, me paraît devoir être réservé. Dans ce cas, la partie gauche du thorax et le membre supérieur gauche sont envahis par ces développements vasculaires, l'angiome intercostal gauche fuse dans le médiastin. Ces angiectasies, ayant toujours une tendance à se développer et à s'accroître, ainsi que l'indique l'histoire de ma malade, des angiomes internes se produiront probablement et, par les troubles fonctionnels qu'ils détermineront, peuvent amener des accidents graves. Et cela d'autant plus que notre malade, dont la nutrition générale est déjà si altérée depuis quelques années, qui est en instance ou en puissance de tuberculose, n'offrira pas un terrain de résistance suffisant à l'extension de l'angiomatose (1).

Les angiomes sous-cutanés multiples, s'accompagnant d'ectasies et de proliférations vasculaires constituent une affection grave, par leur nombre, leurs connexions, les troubles trophiques qu'ils déterminent, la dénutrition générale qu'ils entraînent, ils prédisposent peut-être à la tuberculose et sont difficilement curables. Leur excision n'est pas toujours possible et l'électrolyse, malgré les excellents résultats qu'elle donne, ne peut être utilisée pour les angiomes pénétrants d'un certain volume, pour les angiomes internes contre lesquels nous sommes, sauf exception, impuissants.

(1) Je viens de revoir ma malade (12 mai 1898). Elle a eu un enfant il y a un mois, né avant terme. Les angiomes de la main et du poignet n'ont pas récidivé ; mais l'angiome intercostal et mammaire s'est beaucoup développé et se continue largement avec les angiectasies de l'aisselle. La lésion pulmonaire gauche a augmenté. La malade a des épistaxis, une oppression à peu près continuelle, des accès d'asthme. Son facies est pâle, plombé. Son état général est très altéré et me fait craindre une terminaison prochaine.

M. le Dr LAYRAL

A-Saint-Etienne.

SUR UN CAS D'HÉMOGLOBINURIE PAROXYSTIQUE CONSIDÉRABLEMENT ATTÉNUÉE PAR UNE ROUGEOLE INTERCURRENTE

[616.915]

— *Séance du 6 août 1897* —

J'ai l'honneur de présenter au Congrès le *résumé* (1) d'une observation d'hémoglobinurie paroxystique chez une petite fille de 8 ans que j'observe depuis près de trois ans. Le premier accès d'hémoglobinurie eut lieu à l'âge de 3 ans 1/2, en janvier 1895. Il s'agit d'une enfant née le 20 juillet 1889 en puissance d'hérédo-syphilis et qui présente, entre autres signes de syphilis héréditaire, de l'hémiparésie et de l'hémiatrophie de tout le côté droit, la face exceptée, avec, de plus, atrophie complète de la papille de l'œil droit et atrophie partielle à l'œil gauche.

Depuis le début de sa maladie, les accès d'hémoglobinurie se sont reproduits pendant plus de 2 ans à peu près tous les 15 jours avec une violence extrême, laissant l'enfant dans un état d'anémie très prononcée ; ces accès présentaient ceci de particulier qui n'a pas été signalé jusqu'ici, croyons-nous, c'était d'apparaître toutes les fois invariablement à la même heure (11 heures du matin). Cette sorte de règle n'a été violée que 2 ou 3 fois, encore était-ce à l'occasion d'un changement d'habitudes. En effet, le moindre déplacement, un voyage quelconque provoquait immédiatement le retour des accès d'hémoglobinurie. Pendant l'hiver si rigoureux de 1894-95 ces accès ont été excessivement fréquents, presque journaliers. Ils répondaient cliniquement à la description classique des accès d'hémoglobinurie, et l'examen des urines, pratiqué par M. Ducher, pharmacien en chef de l'Hôtel-Dieu de Saint-Etienne, a nettement donné les réactions chimiques et les raies spectroscopiques de l'hémoglobine. La température prise au moment même des accès a été une fois de 40° 4 et une autre fois de 40° 2. Après l'accès elle retombait à la normale (37° 2). A maintes reprises, nous avons trouvé la rate hypertrophiée et douloureuse à la percussion. Les jours qui suivaient l'accès, il existait un peu de subictère des conjonctives.

(1) Cette observation, trop longue pour être lue en séance du Congrès, a été publiée *in extenso* dans le n° du 15 octobre 1897 de la *Loire Médicale*.

Pendant l'été 1895, les hémoglobinuries ont été moins fréquentes, mais l'enfant ayant fait quelques petits voyages, ceux-ci ont été constamment accompagnés d'accès.

Pendant l'hiver 1895-96, les accès d'hémoglobinurie se produisent avec une fréquence très grande pendant les mois de novembre, décembre, janvier et février ; ils sont aussi très fréquents et très intenses en mars et avril. Le 16 mai 1896, date importante pour notre petite malade, elle contracte une rougeole normale qui évolue sans complications. L'éruption se fait bien et la convalescence est courte. De ce jour l'allure de son hémoglobinurie paroxystique est complètement modifiée : l'enfant reste d'abord trois mois sans avoir d'accès ; dans cet intervalle elle fait plusieurs voyages dans des circonstances qui auraient inévitablement provoqué avant la rougeole l'apparition des accès. Dans un de ces voyages notamment, elle reçoit la pluie et reste mouillée plusieurs heures ; elle se plaint vivement du froid, a des frissons, mais n'a pas d'hémoglobinurie (accès fruste). Ces accès reparaissent ensuite 3 mois après, au mois d'août 1896, mais ils seront désormais très atténués ; l'enfant n'éprouve plus que quelques malaises ; elle émet des urines faiblement teintées, mais n'est pas obligée de se coucher comme précédemment. L'état général se maintient excellent entre les accès qui s'éloignent d'ailleurs de plus en plus.

Pendant l'hiver 1897 il y a une nouvelle interruption de près de 3 mois. Enfin depuis le mois dernier, l'enfant n'a eu qu'une seule fois, le 4 juillet 1897, des urines légèrement teintées, et dans cet intervalle elle a fait un voyage à Lyon sans avoir d'accès. Enfin, fait intéressant à signaler, les accès n'apparaissent plus avec la même régularité que précédemment au point de vue de l'heure d'apparition ; ils se produisent d'ailleurs assez souvent à l'insu de la petite malade et de la mère qui n'y attache plus d'importance et considère son enfant comme à peu près guérie de son hémoglobinurie.

On sait qu'il existe deux théories pathogéniques de l'hémoglobinurie paroxystique dite *a frigore :* la première défendue en France par Robin et Hayem admet qu'il s'agit d'un processus congestif local du rein, favorisé par un trouble général de la nutrition (syphilis, paludisme, rhumatisme) : c'est la *théorie rénale.* La seconde, basée sur les recherches de Ponfick, Erlich, du Cazal, Boas, Lichtheim, Lépine, Rodet et Salle, considère cette affection comme résultant d'une altération primitive du sang *(hémoglobinhémie)* : l'hémoglobine est mise en liberté dans le sérum et passe dans les urines. Quant à la cause de cette fagilité du sang, elle est encore mal connue, et la coexistence fréquente de la syphilis ou du paludisme ne suffit pas à notre avis à l'expliquer : il faut faire intervenir un deuxième facteur qui, en l'espèce, pourrait bien être un agent infectieux encore inconnu ; l'hémoglobinurie paroxystique devrait alors être rangée dans le cadre des maladies infectieuses. A l'appui de

cette manière de voir notre observation présente à considérer deux ordres de faits sur lesquels nous voulons attirer l'attention.

En premier lieu, nous avons signalé la régularité singulière de l'heure d'apparition des accès qui, pendant plus de deux ans, survenaient, sauf à de très rares exceptions, vers 11 heures du matin. On pourrait invoquer, comme cause de cette régularité, l'impression de froid ressentie par notre petite malade à son lever, impression se traduisant quelques heures après par un accès d'hémoglobinurie; il nous paraît plus rationnel et plus vraisemblable de considérer ce fait comme une ébauche d'intermittence établissant un rapprochement de plus entre l'hémoglobinurie paroxystique et les manifestations cliniques du paludisme. D'autres traits de ressemblance ont été signalés par différents auteurs. Clément (de Lyon) a publié en 1880, dans le *Lyon Médical*, une observation d'hémoglobinurie paroxystique où sont notés comme dans la fièvre palustre les trois stades de frisson, chaleur, sueur. D'autre part les recherches de Kœlsch et Kiener sur le pigment ocre du sang, l'autopsie, par Dieulafoy et Widal, d'une femme morte en plein accès d'hémoglobinurie montrent qu'il existe, au point de vue anatomique aussi bien qu'au point de vue clinique, plus d'une analogie entre l'hémoglobinurie paroxystique et la fièvre bilieuse hémoglobinurique.

Le deuxième point, de beaucoup le plus important à retenir de notre observation, c'est l'atténuation considérable *équivalant à une guérison* de la maladie par une rougeole intercurrente. Il est de notion courante que la rougeole imprime dans certains cas à l'économie des modifications durables, soit qu'elle aggrave certaines maladies, telles que la tuberculose et la diphtérie, soit au contraire qu'elle modifie heureusement le terrain. Dans cet ordre d'idées, on connaît des cas de chorée, d'eczéma, d'impétigo guéris par une rougeole. Rillet et Barthez ont cité un cas d'anasarque scarlatineuse qui aurait disparu pendant la période éruptive d'une rougeole ; si, dans le premier cas, on doit faire intervenir comme cause de l'aggravation d'une maladie par une rougeole intercurrente la notion aujourd'hui bien établie d'une association microbienne exaltant la virulence des germes, il n'est pas moins rationnel d'admettre que, dans le cas d'atténuation, comme chez notre petite malade, le virus morbilleux a joué le rôle d'une antitoxine, et que par conséquent la maladie dont il s'agit (l'hémoglobinurie paroxystique) est une maladie infectieuse.

L'idée de la nature infectieuse de l'hémoglobinurie paroxystique repose sur les considérations suivantes :

1° C'est une maladie *a frigore*, c'est-à-dire que le froid provoque l'apparition des accès soit en diminuant la résistance de l'organisme, soit en favorisant une pullulation plus abondante de l'agent infectieux.

2° Elle présente de nombreuses analogies cliniques et anatomo-pathologiques avec la fièvre bilieuse hémoglobinurique qui est une maladie infectieuse.

3° Il existe, comme dans la plupart des maladies infectieuses, de l'hypertrophie de la rate et de l'ictère.

4° L'hémoglobinurie paroxystique peut être atténuée ou guérie par une autre maladie infectieuse.

5° Enfin il existe en médecine vétérinaire une maladie analogue, l'hémoglobinurie bactérienne du bœuf, dans laquelle Babès a trouvé une bactérie siégeant dans les petits vaisseaux et souvent enfermée dans les globules rouges du sang. Babès a montré que l'action de ce parasite consiste dans la destruction des globules rouges du sang et dans la mise en liberté de l'hémoglobine qui passe dans les urines. L'hémoglobinurie paroxystique dite *a frigore* n'aurait pas d'autre mécanisme chez l'homme.

NOTE ADDITIONNELLE (Mai 1898). — J'ai revu à plusieurs reprises ma petite malade qui est aujourd'hui complètement guérie et n'a plus eu d'accès d'hémoglobinurie depuis le Congrès de Saint-Etienne ; de sorte que le titre de ma communication pourrait être ainsi modifié : *Sur un cas d'hémoglobinurie paroxystique guéri par une rougeole intercurrente*, ce qui confirmerait encore les conclusions que j'ai cru pouvoir déduire de ce fait particulier.

M. le Dr Louis DOR

A Lyon.

DE L'AMBLYOPIE PAR L'ALCOOL ET LE TABAC DANS LA RÉGION LYONNAISE

[616.861]

— *Séance du 6 août 1897* —

On a signalé à peu près dans tous les pays des cas d'amblyopie dite toxique provoquée tantôt par l'alcool, tantôt par le tabac, mais dans la grande majorité des cas par l'association de ces deux poisons. Si l'on réunit à peu près toujours sous ce nom d'*amblyopie toxique* les amblyopies alcoolique et nicotinique cela tient à ce que les troubles de la vue provoqués par l'alcool et par le tabac sont rigoureusement identiques et qu'il est impossible de savoir si l'on se trouve en présence de l'une ou de l'autre de ces affections ; les observations d'amblyopie chez des chevaux, qui avaient mangé des feuilles de tabac, publiées en Australie d'une part, et d'autre part, celles d'amblyopie chez des alcooliques qui n'avaient jamais fait usage de tabac, prouvent nettement que l'alcool seul et le tabac seul peuvent engendrer l'amblyopie toxique ; mais, en fait, la névrite centrale du nerf optique se rencontre presque toujours chez des individus qui sont à la fois fumeurs et buveurs. Si nous sommes obligé de reconnaître notre incapacité à distinguer l'amblyopie alcoolique pure de l'amblyopie nicotinique pure autrement que par les affirmations des malades, c'est là que s'arrête notre ignorance, car nous pouvons tout au moins affirmer, avec une certitude que l'on rencontre rarement en clinique, que nous sommes en présence d'une amblyopie toxique, et malgré les dénégations des malades nous pouvons leur déclarer si catégoriquement qu'ils sont ou buveurs ou fumeurs, qu'ils finissent toujours par avouer leur défaut. Enfin, le fait que l'amblyopie toxique traitée par la suppression absolue de tabac et alcool guérit toujours lorsqu'elle est prise à temps, vient encore confirmer le diagnostic et nous pouvons dire que l'amblyopie toxique est pour le

médecin une affection qu'il aime à rencontrer, parce qu'il sait la dépister, qu'il ne se laisse jamais démontené par les dégrations formelles des malades, et qu'il sait la guérir.

Le signe capital de l'amblyopie toxique est le scotome central pour les couleurs verte et rouge et la persistance de la vision du jaune et du bleu ; et il est impossible de confondre ce signe avec le daltonisme, car les daltoniens ne reconnaissent pas certaines couleurs quels que soient leur étendue et le point du champ visuel où elles sont perçues, tandis que les amblyopes reconnaissent parfaitement toutes les couleurs dans le champ visuel périphérique et ne font la confusion du vert et du rouge que dans le point de fixation du regard ; ainsi un pain à cacheter placé à un mètre est appelé gris lorsqu'il est vert ou rouge et que le malade le fixe attentivement, mais si le malade vient à fixer un autre point et qu'il voie le pain à cacheter sans le regarder, il reconnaîtra parfaitement la couleur verte ou rouge, ce qui n'arrive jamais chez les daltoniens.

Bien entendu, ce n'est pas le scotome central pour le vert et le rouge qui amène le malade chez un oculiste ; le malade n'a pas fait en général cette observation lui-même, il se plaint de ne plus pouvoir lire son journal, d'avoir un brouillard devant les yeux et de n'avoir trouvé aucune lunette à sa vue ; or, ceci est très fréquent et se rencontre dans beaucoup de maladies des yeux, mais si en examinant le fond de l'œil du malade on ne trouve dans la région de la macula, aucun exsudat, aucune hémorragie et si à travers son brouillard le malade reconnaît fort bien un pain à cacheter bleu ou jaune, mais ne reconnaît que mal le rouge et pas du tout le vert, on peut être certain que le faisceau central du nerf optique a été empoisonné par l'alcool ou le tabac, et on peut poser ces deux questions : Que buvez-vous ? Que fumez-vous ?

Il y a 20 ans que mon père exerce dans la région lyonnaise et il a observé pendant ce laps de temps 519 cas d'amblyopie toxique sur 47.161 malades.

Assurément on ne peut pas considérer ces chiffres comme représentant une statistique de la totalité des cas d'amblyopie toxique puisque d'autres oculistes ont observé en même temps d'autres cas, mais il serait difficile d'arriver à un chiffre exact en additionnant les statistiques des autres oculistes parce que les malades vont bien souvent d'un médecin à un autre et qu'on s'exposerait à compter deux fois un grand nombre de cas. Nous pensons qu'il est plus intéressant d'étudier les documents que nous avons entre les mains et de chercher à voir quelles conclusions on peut tirer de cette étude.

Voici d'abord un tableau qui indiquera la proportion des cas observés suivant les années :

1877.....	8	cas sur	962	malades soit	0,87 %
1878.....	12	—	1.587	—	0,78 —
1879.....	10	—	1.656	—	0,60 —
1880.....	14	—	2.200	—	0,68 —
1881.....	19	—	1 927	—	0,98 —
1882.....	22	—	1.893	—	1,19 —
1883.....	26	—	2.013	—	1,29 —
1884.....	40	—	2.254	—	1,77 —
1885.....	32	—	2.398	—	1,38 —
1886.....	24	—	2.504	—	0,95 —
1887.....	24	—	2.347	—	1,02 —
1888.....	38	—	2.444	—	1,55 —
1889.....	34	—	2 399	—	1,46 —
1890.....	40	—	2.620	—	1,50 —
1891.....	35	—	2.493	—	1,40 —
1892.....	29	—	2.548	—	1,09 —
1893.....	25	—	2.502	—	0,99 —
1894.....	38	—	2.675	—	1,40 —
1895.....	26	—	2.511	—	1,03 —
1896.....	23	—	2.464	—	0,93 —
	519		47.161		1,12 %

S'il faut se garder de tirer des conclusions trop absolues des statistiques, on peut néanmoins observer des traits saillants ; c'est ainsi que nous pouvons attirer l'attention en premier lieu sur le fait que d'une façon générale il y a une légère augmentation dans le nombre des cas, mais il est encore plus évident que dans son ensemble ce tableau nous indique des périodes où les cas ont été nombreux et d'autres où les cas ont été moins fréquents. De 1877 à 1881 par exemple, nous trouvons toujours des chiffres inférieurs à la moyenne, tandis que de 1888 à 1891, il y a une série de chiffres supérieurs à la moyenne ; enfin l'année 1879 nous apparaît comme celle où il a été observé un minimum de cas, tandis que l'année 1884 au contraire fournit le chiffre maximum. Y aurait-il peut-être une corrélation entre le nombre des cas observés et la toxicité relative des alcools consommés ? Ou bien doit-on admettre que d'autres raisons, telles par exemple que des chaleurs prolongées, ont été cause de consommation en plus grande quantité ? Nous posons la question sans la résoudre. Cependant c'est cette dernière solution qui nous paraît la plus vraisemblable, car sans vouloir dresser encore des tableaux nous pouvons dire que la maladie apparaît beaucoup plus fréquemment dans les mois d'été et d'automne que pendant l'hiver.

Nous n'avons pas de documents très précis sur la nature de la boisson alcoolique la plus fréquemment consommée, car ce renseignement n'a pas été noté scrupuleusement, mais nous avons toujours

eu soin d'interroger les malades et d'après nos souvenirs sur ce point, nous accusons en première ligne le vin ; la plupart des malades nous avouaient qu'ils buvaient de 1 1/2 à 2 1/2 litres de vin par jour et qu'ils ne prenaient que tout à fait exceptionnellement des liqueurs. Parmi les liqueurs nous avons été frappé de voir combien rarement nos malades étaient des buveurs d'absinthe, c'est en général l'eau-de-vie blanche, le cognac et le rhum qui étaient avoués.

En ce qui concerne la question du tabac, ce sont les fumeurs qui paient le tribut à la maladie, et il nous a paru exceptionnel de rencontrer des amblyopes nicotiniques par suite de l'habitude de priser ou de chiquer. Nous n'avons pas non plus de chiffres très précis à citer, mais nous pouvons dire que c'est autour de 40 grammes de tabac par jour que doit se trouver le chiffre moyen qui nous a été accusé. Nous avons l'impression qu'en ne fumant que 15 grammes de tabac et en ne buvant que la valeur de 100 grammes d'alcool par jour on devient difficilement amblyope ; ceux qui le deviennent en fumant moins de 15 grammes de tabac boivent beaucoup plus que 100 grammes d'alcool et ceux qui deviennent amblyopes en buvant moins de 100 grammes d'alcool fument beaucoup plus que 15 grammes de tabac.

Ce sont surtout les habitants des villes qui sont atteints d'amblyopie et sur ce point nous pouvons fournir des chiffres un peu plus précis puisque le lieu d'origine des malades a toujours été noté ; or, nous avons trouvé que 79 % des malades sont des habitants de Lyon et 21 % habitent la région lyonnaise, mais proviennent surtout des villes, Vienne, Bourgoin, Voiron, etc.

En ce qui concerne la profession, celles de chauffeur, apprêteur, reviennent un peu plus fréquemment, mais on trouve à peu près tous les métiers représentés hormis les professions libérales ; il n'y a pas un seul avocat, pas un docteur en médecine, un seul curé.

Le sexe masculin prédomine à tel point que nous n'avons rencontré que 2 femmes contre 517 hommes.

L'âge moyen de l'amblyopie est 50 ans et les chiffres extrêmes sont 33 et 70 ans.

Il serait intéressant de savoir quelle place la région lyonnaise occupe par rapport à d'autres régions, mais des statistiques semblables à la nôtre sont si peu nombreuses, que ce classement est impossible.

Nous espérons que notre travail suggérera des statistiques dans d'autres régions et qu'il sera possible de savoir un jour plus exactement quelles sont les causes qui engendrent l'amblyopie, mais encore

une fois, dans la région lyonnaise nous accusons principalement le vin, et pour nous le type du malade menacé d'amblyopie est celui qui boit 2 litres de vin par jour et fume 40 grammes de tabac. Vers l'âge de 50 ans cet homme a de grandes chances de devenir amblyope.

M. le Dr F. MONTAGNON

Médecin des Hôpitaux de Saint-Etienne.

DU BICARBONATE DE SOUDE CONSIDÉRÉ COMME UN AGENT ACTIF DE LA SÉCRÉTION GASTRIQUE [617.53]

— Séance du 6 août 1897 —

Aucun médicament n'a été et n'est plus employé que le bicarbonate de soude, et cependant, on est loin encore d'en avoir saisi clairement le mode d'agir.

Pour M. Hayem, en effet, il aurait une action dépressive sur la sécrétion gastrique ; pour M. Gilbert, tantôt une action excitante, tantôt une action dépressive suivant les moments ; pour Reischmann, il serait absolument de nul effet, pas plus excitant que dépressif ; enfin, pour MM. Linossier et Lemoine, c'est un agent très net de la sécrétion stomacale.

En présence d'opinions si divergentes, il est utile, comme le fait remarquer M. Mathieu (1), de multiplier les expériences et les observations cliniques, de façon à pouvoir fixer son jugement d'après un grand nombre de cas.

C'est cette pensée qui m'a dirigé dans la recherche des modifications de sécrétion de l'estomac sous l'influence de ce sel.

Deux malades entrés à l'Hôtel-Dieu dans mon service, l'un atteint de vomissements névropathiques, l'autre de gastrite chronique avec hypochlorhydrie, m'en ont fourni l'occasion, d'autant mieux que l'un et l'autre

(1) Traité de thérapeutique des affections de l'estomac.

vomissaient à peu près régulièrement leurs repas, soit du matin, soit du soir, et souvent les deux.

Cette circonstance m'a permis de répéter un grand nombre de fois l'analyse de leur suc gastrique, après un repas d'épreuve déterminé simplement, après repas d'épreuve et absorption préalable de bicarbonate de soude à distances variables, et d'éviter l'excitation produite, quoiqu'à mon avis fort légère ou nulle, chez certains sujets entraînés, par le passage et le contact de la soude sur les parois de l'estomac.

J'ai pu explorer enfin un troisième malade en dehors de l'hôpital, mais dans ce cas à l'aide de repas d'épreuve retirés à la sonde et précédés de l'absorption de doses variées de bicarbonate de soude.

Je ferai observer que l'introduction de la sonde ne s'accompagne chez ce malade d'aucune réaction, qu'il l'avale avec une remarquable facilité, que l'excitation si elle existe est réduite à son minimum, et que d'autre part les expériences ayant toujours été faites dans des conditions identiques de repas, d'heure, de durée, les résultats, toute proportion gardée, sont entièrement comparables entre eux.

Chez le premier malade, vomissements quotidiens ou biquotidiens tantôt 5, 10, 20, 25, 40 minutes, 1 heure, 1 heure 1/4, 1 heure 1/2 après le repas.

Repas d'épreuve de G. Sée (viande, pain, eau) : j'ai pratiqué *quatre* analyses de la bouillie stomacale en dehors de toute ingestion de bicarbonate de soude et *vingt-six* après son introduction au préalable dans l'estomac.

Les doses de bicarbonate ont varié de 50 centigrammes à 7 grammes, et ont été données 1/4 d'heure, 1/2 heure et *une* heure avant le repas.

Effets obtenus par l'absorption du bicarbonate de soude avant les repas, à distances et doses variables.

DOSE	TEMPS AVANT LE REPAS	MOMENT D'EXPULSION	ACTION
50 cent ...	1/4 d'h. avant.	5 minutes après.	= 0.
id. ...	id.	10, 20, 25, 30 min.	= 0.
id. ...	id.	1 h., 1 h. 1/2 après	Lég. aug. acidité 1, 7 ou 1,7 1/2.
1 gr	1/2 h. avant .	5, 10, 20, 25, 30 m.	= 0.
id.	id. ..	40 minutes	Lég. aug. acidité.
id.	id. ..	1 h. après	Dim. acidité 2 fois de 4/10 et 6/10
1 gr	1 h. avant ...	5, 10, 20, 25 min..	Aug. de 1,35 à 1,88.
id.	id. ...	40 minutes	id.
2 et 3 gr..	id. ...	1 heure après ...	Aug. de 1,35 à 1,98.
4 gr.	id. ...	id. ...	Aug. de 1,37 à 1,75.
5 gr.....	id. ...	id. ...	Passe de 1,36 à 1,27.
6 gr.....	id. ...	id. ...	id. 1,40 à 1,07.
7 gr.....	id. ...	id. ...	id. 1,37 à 1,08.

Dans toutes ces expériences, les variations de l'Ac. T. indiquent les augmentations ou diminutions de l'H Cl, puisque la quantité des acides organiques n'a jamais changé, le réactif d'Uffelmann n'en a toujours révélé que des traces ; les réactions colorantes de vert brillant ont varié

en proportion de celles de l'HCl total, le réactif de Günzburg n'ayant à aucun moment décelé de l'HCl libre. La digestion artificielle à l'étuve à 39° a été très lente (de 15 à 23 heures).

IIe OBSERVATION

X..., 26 ans, coiffeur : *atteint d'hypochlorhydrie avec légère ectasie gastrique*. — J'ai fait 16 fois l'analyse de la bouillie stomacale du repas d'épreuve en donnant 50 centigr., 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 grammes, tantôt 1/4 d'heure, 1/2 heure, 1 heure avant, le suc gastrique étant analysé 1 heure après l'absorption.

C'est avec les doses de 1 et 2 grammes de bicarbonate pris 1 heure avant le repas, que le maximum de sécrétion chlorhydrique a été obtenu.

La teneur en acides organiques ne variant pas, l'acidité totale a été successivement :

Après repas d'épreuve de G. Sée sans bicarbonate et obtenu par vomissement : de 0,73 % ;

de 1,642 après absorption de 50 cent., 1/2 heure avant
— 1,825 — — 1 gr., 1 — —
— 2,65 — — 2 — 1 — —

Avec de plus fortes doses de 3, 4, 5, 6 et 7 grammes l'acidité a diminué :

A. T. = 1,90 après absorption de 3 gr., 1 heure avant
— 1,86 — — 4 — —
— 1,82 — — 5 — —
— 1,50 — — 6 — —
— 1,50 — — 7 — —

IIIe OBSERVATION

Examen du suc gastrique provenant d'un repas d'épreuve de G. Sée, retiré à la pompe, chez un sujet ne réagissant pas à l'introduction du tube. — R..., 36 ans, passementier, excès alcooliques. Bouillie retirée 1 heure après repas d'épreuve, sans absorption de bicarbonate :

Viande.....	60	grammes
Pain.....	80	—
Eau.....	200	—

L'analyse a été faite sur le suc non filtré et filtré, les réactions ont été identiques à plusieurs reprises, il m'a paru inutile de les continuer sur le liquide non filtré, celui-ci ne présentant que le désavantage de rendre moins perceptibles les réactions obtenues.

R. G. = 0 Biuret = à peine ébauchée
V. B. = vert bleu A. T. = 1,24
Uffelm = traces

Dig. art. à l'étuve 39° Tub. à HCl dig. en 3 h.
(1cc d'albumine) — à Pep — nul après 24 h.
— à suc g. — nul après 24 h.

2e *expérience*. — Même repas d'épreuve. Absorption de bicarbonate à la dose de 1 gr. une h. avant. Extraction de la bouillie 1 h. après :

R. G. = 0
V. B. = vert pomme
R. Uffel. = traces
Biuret. = teint. rose légère
Ac. T. = 2,19

Dig. art. étuve à 39° THCl = en 3 h.
(1cc albumine) Pep. = en 7 h.
S. G. = en 6 h.

3e *expérience*. — Même repas d'épreuve. 1 gr. bicarbonate 1 h. avant. Ext. du repas 2 h. après :

R. G. = 0.
V. B. = vert pomme très accusé.
Uffelm = traces.
Biuret = teint. rose légère.
Ac. T. = 2,70.

Dig. art. étuve à 39° THCl = en 3 h. 1/2.
(1cc albumine) Pep. = au 4/5e en 9 h.
S. G. en 8 h.

4e *expérience*. — Même repas d'épreuve. 1 gr. bicarbonate 1 h. avant. Ext. 3 h. après :

R. G. = 0
V. B. = vert bleu
Uffelm = traces
Biuret = teinte violacée
A. T. = 1,46

Dig. art. étuve à 39° THCl = en 4 h.
(1cc albumine) Pep. = à peine attaqué en 24 h.
S. G. = — — en 24 h.

5e *expérience*. — Même repas d'épreuve. 1 gr. bicarbonate 1 h. avant. Ext 4 h. après :

R. G. = 0
V. B. = 0
Uffelm = traces à peine sensibles
Biuret = 0
A . T. = 0,36

Dig. art. étuve à 39° (1cc albumine)
THCl = non digéré en 24 h.
Pep = — —
S. G. = — —

Dans toutes les analyses suivantes, la dose de bicarbonate de soude prise a été de 50 cent. une heure avant le repas d'épreuve qui est le même que précédemment :

1re *expérience.* — 1 gr. 1 h. avant. Extraction 1 h. après :

R. G. = 0
V. B. = v. bleu
Uffelm = traces
Biuret = teinte violet rose
A. T. = 1,90

Dig. art. étuve à 39°
THCl = en 4 h.
Pep = nul en 24 h.
S. G. = moitié digéré en 24 h.

2e *expérience.* — Ext. 2 heures après :

R. G. = 0
V. B. = vert pomme presque vert pré
Uffelm = traces
Biuret = rose vert
A. T. = 2,62

Dig. art. étuve à 39° (1cc albumine)
HCl = en 4 h.
Pep = en 9 h.
S. G. = en 5 h.

3e *expérience.* — Ext. 3 heures après :

R. G. = 0
V. B. = vert pré tirant sur jaune
Uffelm = traces
Biuret = rose vif
A. T. = 3,102

Dig. art. étuve à 39° (1cc albumine)
HCl = en 2 h. 1/2
P = en 2 h. 1/2
S. G = en 2 h.

4e *expérience.* — Impossible d'extraire une parcelle de bouillie 4 heures après la prise du repas.

Que conclure de ces expériences ?

C'est que le bicarbonate de soude administré avant le repas a une action évidente sur la sécrétion gastrique ;

Que pour obtenir l'effet maximum, il doit être donné 1 heure avant le repas ;

Que cet effet maximum a lieu de 3 h. à 3 h. 1/2 après son absorption, mais qu'il se manifeste déjà à la fin de l'heure qui suit son introduction dans l'estomac ;

Les doses les meilleures sont celles de 50 cent. à 2 gr. ; en-dessus, il se produit une superalcalinisation qui neutralise l'HCl au fur et à mesure de son apparition.

Chez les hypochlorhydriques, de faibles doses produisent parfois une excitation sécrétoire très active, comme on peut le voir par les analyses précédentes ; c'est avec 50 cent. que le maximum d'acidité a été obtenu.

Dans ce cas, il vaut d'ailleurs mieux donner de petites doses, de façon à n'exciter que progressivement la muqueuse stomacale dont la puissance sécrétoire est rapidement épuisée sans cette précaution.

L'absorption du bicarbonate de soude n'est quelquefois suivie que de résultats négatifs, c'est qu'alors les éléments cellulaires de l'appareil sécréteur stomacal ont subi une atrophie déjà avancée, et ne sont plus susceptibles d'excitation.

La même chose peut se produire si on retire trop tôt le repas d'épreuve.

Il est utile quand on a diagnostiqué de l'hypochlorhydrie chez un malade de vérifier, par *deux* ou *trois* repas d'épreuve, la réaction des glandes gastriques au médicament, ceci non seulement afin de se rendre compte si la dose administrée suffit ou non, mais encore pour contrôler le quantum d'activité sécrétoire, qu'il est important de connaître au point de vue du traitement et du pronostic.

Dans certains cas, le bicarbonate de soude donné à des doses variées, et j'en ai eu un exemple très démonstratif, n'a produit aucun effet, la teneur en HCl qui était à peu près nulle n'a augmenté à aucun moment.

La raison en était dans une atrophie avancée de l'appareil sécréteur, comme en témoignait d'ailleurs l'état général du malade dont l'amaigrissement et la faiblesse indiquaient un trouble profond de l'assimilation et de la nutrition.

Ce sont ces cas qui sont justiciables de l'HCl en nature, soit en dilution, soit sous forme de sels décomposables dans l'estomac, de façon à donner à ce dernier l'acide qu'il ne peut sécréter et qui lui manque.

Le bicarbonate de soude devient ainsi et un agent de traitement et un élément de pronostic, permettant de constater le plus ou moins d'intégrité fonctionnelle des glandes gastriques.

M. le Dr GRÉGOIRE

A Chazelles-sur-Lyon (Loire).

LA MAIN DE L'OUVRIER FOULEUR CHAPELIER [614.23]

— Séance du 6 août 1897 —

L'importance de l'étude de la main et de ses déformations est incontestable, soit au point de vue pathologique, soit au point de vue de la recherche de l'identité.

Or, on sait que les différences sont considérables suivant l'emploi qu'elle occupe. A cause de ce fait, il est certain que la main du fouleur chapelier ne ressemble pas à celle de tout autre artisan.

Je vais essayer d'en faire ressortir ici les particularités et les signes caractéristiques.

Mais avant d'indiquer les particularités, qu'il me soit permis de faire connaître les divers états de température, de contact, de compression et les tiraillements par lesquels doit passer la main du fouleur pour accomplir sa tâche journalière.

Cette tâche a pour but de manipuler le poil et c'est le poil de lapin qui est le plus employé pour la fabrication des chapeaux de feutre.

Lorsqu'il est encore fixé sur la peau desséchée du vulgaire léporide que nous connaissons bien, il subit l'opération du secrétage.

Celle-ci consiste à l'imbiber au moyen d'une brosse mouillée avec une solution de nitrate acide de mercure, afin de lui donner ses propriétés feutrantes ; il est séché, passé à la coupeuse qui se charge de séparer le poil de la peau ; il est ensuite soufflé ; cette opération consiste à le séparer des corps étrangers, des poussières et des poils grossiers et longs appelés jars, lesquels n'acquièrent pas les propriétés feutrantes.

La première opération qui a trait à la confection du chapeau de feutre est celle du bastissage ; elle consiste à former, par des procédés variés, un cône mince et de 70 centimètres de hauteur environ ; la

2e, celle du simoussage, consiste à donner à ce 1er cône une certaine solidité.

La suivante est celle du foulage ; elle tend à réduire des deux tiers le cône primitif, à faire rentrer le poil en lui donnant de l'épaisseur et de la solidité.

C'est pendant cette opération que la main de l'ouvrier se trouve en contact :

1° Avec le poil secrété ;

2° Avec l'eau bouillante acidulée au moyen de l'acide sulfurique au millième ;

3° Avec différents objets dont nous allons parler.

Pour réduire le cône primitif au tiers de ses dimensions premières, l'ouvrier se sert, par moments, d'un rouleau de bois plus épais dans son milieu qu'aux deux extrémités, qu'on nomme le *roulet*, et d'un autre objet en bois, sorte de main large et plate qu'il fixe au moyen d'une ficelle à son poignet et d'une autre ficelle en forme d'anneau dans lequel pénètre le médius : c'est la *manicle*.

Le cône, une fois réduit, a la forme d'un filtre ou d'un chapeau de pierrot sans bords ; l'opération qui suit consiste à le dresser, c'est-à-dire le mettre en forme ; pour cela, le cône est posé, toujours humide, sur une forme, étiré par les bords et une fois bien appliqué sur cette forme, l'ouvrier sépare la tête du futur chapeau au moyen d'une forte ficelle appelée *lien* qui limitera la tête des bords.

A ce moment, les bords sont étirés par le talon de la main qui saisit avec les doigts fermés le contour du cône. Cette traction se fait avec l'extrémité des doigts et par l'appui des éminences thénar et hypothénar, jusqu'à ce que le sommet soit absolument aplati, et que les bords soient à angle droit sur la tête du chapeau.

Dans ces opérations diverses, les mains subissent inégalement des frictions, pressions et tractions qui laissent la trace de leur passage.

Ce sont ces difformités, durillons, ampoules, callosités produits par l'endurcissement des couches épidermiques, ainsi que les déformations des ongles que nous nous proposons de décrire.

La première constatation que l'on fait lorsqu'on examine la main du fouleur est la chiromégalie ou plutôt la digitomégalie des extrémités.

Les phalangettes sont devenues courtes et grosses ; les extrémités ressemblent un peu à des orteils ; la peau qui recouvre l'extrémité palmaire des doigts est de couleur jaunâtre, d'aspect brillant, elle est devenue dure et épaisse, mais sur la moitié extrême des phalangettes seulement. Si l'on remonte plus haut, on s'aperçoit que tous les plis, grands et petits,

sont de couleur noirâtre et sur certains points on trouve des durillons et des callosités.

Les deux les plus considérables sont situées aux extrémités supérieures des éminences thénar et hypothénar, dans la partie extérieure par rapport au milieu de la main pour l'éminence hypothénar et dans la partie interne et supérieure pour l'éminence thénar *(fig. 1)*.

Avant d'être des callosités, ces soulèvements ont été à l'étatd'ampoules ; celles-ci se produisent invàriablement quelques jours après que l'ouvrier chapelier s'est livré à l'opération du dressage. Ces ampoules sont situées sur la région où se trouveront plus tard les callosités ; elles sont considérables et peuvent mesurer 4 centimètres sur 3.

Comme l'ouvrier n'arrête pas le travail pour cela, elles finissent par crever, s'il ne les a pas déjà percées au moyen d'une épingle ou d'une aiguille.

La couche épidermique se trouve alors plus ou moins décollée, épaisse et dure ; la couche de nouvelle formation est mince et rouge dans les premiers jours, s'épaissit et se colore les jours suivants. Le travail étant continué, on trouve alors les callosités.

Ces callosités deviennent considérables puisqu'elles peuvent mesurer jusqu'à 4 centimètres de longueur et 3, 4 et 5 millimètres d'épaisseur sur les bords supérieurs.

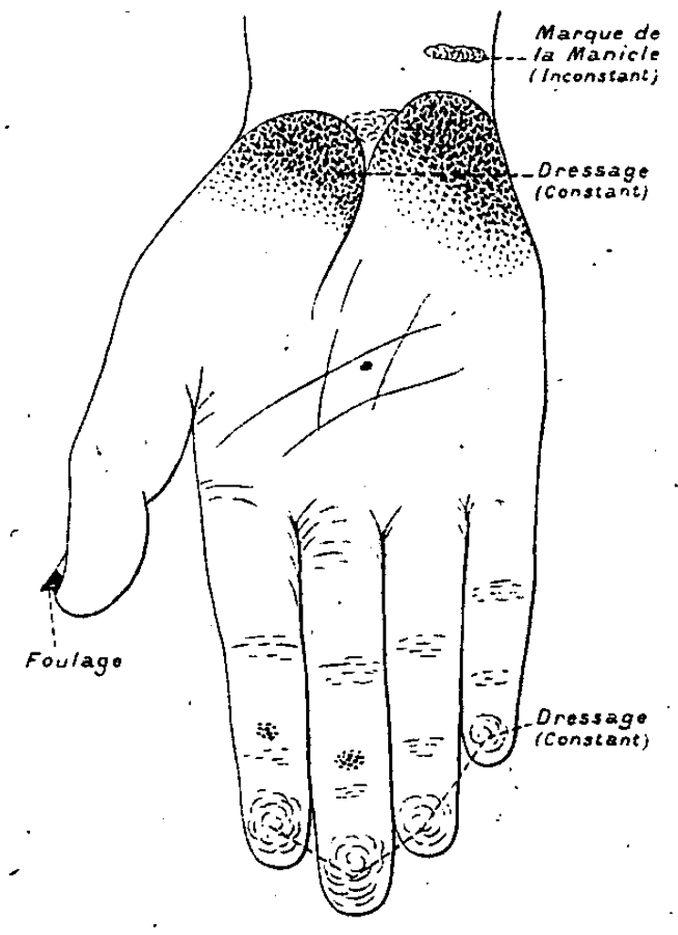


FIG. 1.

Il peut arriver qu'une nouvelle ampoule se produise sous cette épaisseur de tissu corné ; dans ce cas, toute la partie dure se décolle et empêche l'ouvrier de se livrer au travail pendant quelques jours.

Elles sont quelquefois plus prononcées sur le sommet de l'éminence hypothénar de la main droite et sur celui de l'éminence thénar de la main gauche, mais plus généralement symétriques ou à peu près sur les deux mains.

Parfois, leur étendue est tellement considérable qu'elles vont jusqu'à se rejoindre ; le bourrelet supérieur fait alors le tour de la limite supérieure de la main.

Leur surface est très brillante à moins qu'elles n'aient été coupées au couteau ou arrachées avec les dents, auquel cas elles présentent des inégalités, on le comprend.

A l'intérieur la surface palmaire est généralement sèche et brillante et se trouve être le siège de quelques durillons.

Les espaces interdigitaux sont souvent, à leur origine, plus colorés que

le reste de la main et peuvent être le siège d'un léger eczéma ; ces derniers caractères ne sont pas constants ; il en est de même d'un durillon produit par la manicle et qui se trouve placé sur le poignet à 1 centimètre au-dessus de l'éminence hypothénar.

Si maintenant nous passons au dos de la main, nous sommes d'abord frappés par le poli de la surface et l'absence de tout poil ; cette chute est due à l'action de l'eau acidulée sur le bulbe pileux ; ce caractère est constant.

Les ongles ne possèdent ni la couleur, ni la forme normales.

Ils sont de couleur jaune ivoire ou grisâtre ; de plus, ils sont raccourcis d'un tiers environ et ne recouvrent à peu près *jamais* l'extrémité des doigts. Leur bord libre est décollé sur 1/3 et même la moitié de la partie restante. Dans ce cas, l'ongle ne tient plus très bien aux parties sous-jacentes. De plus, cette partie décollée présente un épaississement considérable qui peut aller jusqu'à trois millimètres ; elle est spongieuse, demi-dure, friable, de couleur noirâtre.

La surface libre, au lieu d'être légèrement courbe d'avant en arrière et d'un côté à l'autre, prend des formes diverses ; parfois elle est absolument plate, d'autres fois en forme de godet, de toit, de carène, relevée sur tous les bords ou sinueuse d'un côté à l'autre.

Les figures jointes à ce travail montreront mieux ce qui se passe qu'on ne saurait le dire.

Le bord libre de l'ongle est plus ou moins tranchant, très irrégulier parce qu'il s'use pendant le travail. La partie du doigt correspondant à la lunule est généralement épaisse, un peu rouge.

Par suite de la continuité du décollement de l'ongle, celui-ci finit souvent par tomber. Ce sont presque toujours ceux des deux pouces qui tombent ; cet accident peut se produire plusieurs fois pendant la vie d'un fouleur et cause des douleurs intolérables, dans la nuit surtout.

Cette chute opérée, les tissus sous-jacents ont leur surface irrégulière, striée en long, plus ou moins dure et de couleur foncée.

Peu après l'ongle se met à repousser, habituellement des deux côtés à la fois et non par le milieu. Ces deux parties de l'ongle de nouvelle formation sont séparées par le tissu strié dont nous venons de parler et reproduisent l'aspect du dos d'un coléoptère *(fig. 2)*. Cet ongle de nouvelle formation finit par remplacer son prédécesseur et pousse généralement un peu plus vigoureusement que les autres, au moins pendant un certain temps.

Si l'on remonte le long des doigts on trouve des durillons sur la plupart des articulations.

Le pouce en est excepté.

L'index présente deux durillons : le 1er (phalango-phalanginien) est le plus prononcé ; il siège un peu en dehors de la ligne médiane du doigt.

Le 2e est situé sur le milieu de la dernière articulation.

Le médius possède deux durillons : le 1er (phalango-phalanginien) est placé sur la ligne médiane et sur les plis supérieurs de la phalangine ; il est de même dimension que celui de l'index.

Le 2e, plus petit, est situé sur le milieu de la dernière articulation, comme pour l'index.

L'annulaire possède, lui aussi, deux durillons : le plus gros est placé sur la ligne médiane du doigt et sur les plis supérieurs de la phalangine.

Le 2e, tout petit, se trouve sur le milieu de la dernière articulation comme pour les deux autres doigts. L'auriculaire présente un durillon sur chacune des deux articulations ; ils sont petits et situés en dehors de la ligne médiane du doigt.

Ces durillons ne se présentent pas chez le fouleur proprement dit, mais bien chez le fouleur qui *ponce*, c'est-à-dire chez celui qui, au moyen d'une pierre ponce, enlève par frottement le duvet le plus grossier du chapeau une fois qu'il est dressé. Et comme à peu près tous les foulcurs sont aussi ponceurs, il s'ensuit qu'ils possèdent à peu près tous les durillons dont nous venons de parler.

Ils siègent sur les deux mains et sont plus ou moins accentués, mais ils existent toujours.

Une particularité qui n'existe que sur la main du fouleur est celle que nous allons signaler.

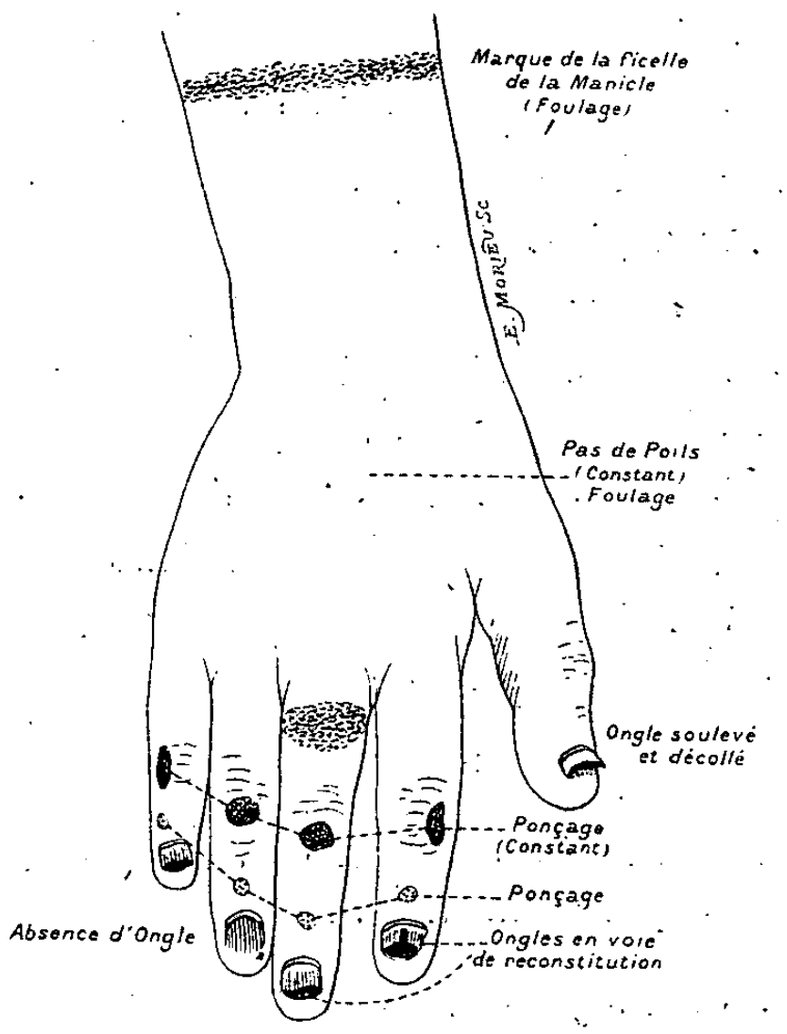


FIG. 2.

Les deux médius présentent, à leur partie dorsale *seulement*, sur le milieu de la première phalange, un bourrelet transversal dont la largeur peut aller de 2 à 3 millimètres jusqu'à 2 centimètres.

Ce bourrelet fait le tour de la partie dorsale *seulement*, je le répète, car c'est un des caractères principaux de la main du fouleur. Le tissu de ce bourrelet acquiert parfois une élévation de deux millimètres et une dureté cornée.

Il est produit par le contact de la ficelle en forme d'anneau, destinée à soutenir la manicle pendant l'opération du foulage.

Sur la région dorsale des deux avant-bras, à dix centimètres environ au-dessus des os du carpe, on trouve constamment un ou plusieurs points d'un ou deux centimètres de diamètre, sur lesquels le tissu épidermique est plus ou moins durci, plus ou moins brillant et sans poil.

Ces points sont parfois réunis entre eux et affectent la forme d'une bande régulière placée en travers des avant-bras.

Cette bande peut avoir un demi-centimètre à deux centimètres de largeur. A ce niveau, la peau peut être érythémateuse, ou bien dure et brillante, ou bien légèrement ulcérée.

Elle est, comme le bourrelet qui se trouve sur le médius, produite par le contact d'une ficelle qui soutient la partie supérieure de la manicle.

En récapitulant les stigmates indicateurs de la main du fouleur, nous trouvons :

Chez le fouleur proprement dit :

I. A l'intérieur des mains :

1° Le poli plus ou moins prononcé de toute la surface.

II. A l'extérieur :

1° La surface dépourvue de poils,

2° La coloration ivoire de la partie des ongles qui tient encore au lit sur lequel ils reposent,

3° L'irrégularité du bord libre,

4° Le raccourcissement de l'ongle,

5° Le décollement et la coloration noirâtre du tiers ou de la moitié de la partie extrême,

6° Sur le médius, au milieu de la première phalange, la marque constante de la ficelle et cette même marque sur la partie dorsale de l'avant-bras, à 10 centimètres environ des os du carpe.

De plus, nous trouvons :

Chez le fouleur dresseur :

1° L'élargissement, le poli et la dureté relative de la pulpe des doigts autres que le pouce.

2° Les callosités des éminences thénar et hypothénar.

Chez le fouleur dresseur et ponceur :

1° Les durillons constants sur le dos des trois doigts du milieu de la main au niveau de l'articulation phalango-phalanginienne.

Mais comme, presque toujours, le fouleur est dresseur et ponceur, on trouvera réunis dans les deux mains tous ces stigmates.

Nous voyons donc que la main du fouleur chapelier présente des signes particuliers au moyen desquels le médecin légiste pourra facilement la reconnaître ; le travail que nous présentons n'avait pas d'autre but.

Nous avons cru bon d'ajouter plusieurs dessins afin qu'un simple coup d'œil permette de se rendre compte avec exactitude de ces signes particuliers.

MM. L. GUINARD et L. TIXIER

A Lyon.

EFFETS PHYSIOLOGIQUES DE L'ÉVISCÉRATION. DU SHOCK ABDOMINAL OPÉRATOIRE : ÉTUDE EXPÉRIMENTALE (1)

[617.21 – 617.43]

— *Séance du 9 août 1897* —

Dans une précédente communication à l'Académie des sciences (2) nous avons fait connaître l'idée générale qui a présidé à l'élaboration de notre travail. Aujourd'hui nous nous proposons de reprendre avec détails l'exposé des résultats obtenus.

Mais de prime-abord, quel but avons-nous poursuivi ? Nous nous sommes efforcés d'enregistrer, de fixer par des tracés les divers phénomènes réflexes déterminés par des traumatismes abdominaux considérables.

Ces réflexes graves d'origine abdominale avaient été entrevus par Ruysch et Boerhave, mais c'est à Goltz, Brown-Séquard, Bernstein, Tarchanoff, Vulpian que revient l'honneur de les avoir constatés expérimentalement. Ces auteurs s'appliquèrent d'ailleurs uniquement à l'étude des troubles cardiaques produits par des chocs portés sur l'abdomen. Ils étaient plus ou moins intenses suivant que le péritoine était sain (Goltz) ou enflammé (Tarchanoff). On se contentait d'ailleurs d'en constater l'apparition *de visu* par une fenêtre faite à la paroi thoracique au niveau du cœur.

La possibilité d'expliquer par ces réflexes péritonéeux certains troubles du cœur droit consécutifs à des affections gastro-intestinales, avait été admise par les cliniciens. Au Congrès pour l'avancement des sciences, de Montpellier (1878) une discussion intéressante s'éleva à ce sujet entre MM. Potain, Teissier, François-Franck. Ces auteurs exposèrent le résultat de leurs observations, et des

(1) Travail du laboratoire du prof. Arloing.

(2) Séance du 2 août 1897.

hypothèses ingénieuses furent émises pour expliquer le processus intime du réflexe. M. Teissier admettait que les irritations reçues par le grand sympathique, étaient répercutées sur le cœur par l'intermédiaire du pneumo-gastrique. Mais bientôt, MM. Arloing et Morel (1879) montraient que le réflexe n'abandonnait à aucun moment la voie sympathique.

On avait d'ailleurs reconnu que le cœur n'était pas seul influencé par les irritations abdominales, mais que la circulation toute entière était modifiée et que la respiration, elle aussi, révélait des troubles importants. Les chirurgiens connaissaient ces cas où à la suite d'une opération grave sur l'abdomen on voit le pouls devenir petit et filant, la respiration haletante et superficielle, le cœur lent et irrégulier : le malade est en état de shock.

Ce sont précisément ces troubles dont l'ensemble constitue le shock que nous nous sommes appliqués à reproduire expérimentalement et à enregistrer.

Nous avons étudié spécialement les résultats obtenus pendant l'éviscération, car nous jugeons que c'est bien l'opération qui est la plus apte à créer ces accidents graves depuis longtemps redoutés des chirurgiens.

Nous exposerons nos recherches dans l'ordre suivant :

Nous dirons d'abord quel a été le dispositif opératoire employé ; nous présenterons ensuite quelques-uns de nos *tracés* les plus démonstratifs et nous en déduirons enfin les conclusions les plus importantes.

A. DISPOSITIF OPÉRATOIRE

1° *Sujet en expérience.* — C'est le chien que nous avons surtout utilisé. Une objection que l'on va nous faire est celle-ci : le péritoine du chien est trop peu sensible pour que les résultats obtenus chez cet animal soient applicables à l'homme. Nous répondrons d'abord que ce n'est pas parce que le péritoine du chien est résistant à l'infection qu'on doit en conclure qu'il est insensible aux excitations physiologiques, et puis, il n'y a là qu'une question de degré. Si nous constatons quelques phénomènes en irritant le péritoine du chien, nous n'avons qu'à les supposer exagérés pour reproduire ce que nous constaterions chez l'homme. Enfin, il est possible de rendre irritable le péritoine du chien en lui communiquant un certain degré d'inflammation ; c'est ainsi qu'il suffit de pratiquer dans les jours qui précèdent l'expérience une laparotomie non parfaitement aseptique, ou de créer un volvulus intestinal pour rendre ce péritoine très sensible.

Les résultats constatés dans nos expériences sont même si différents

suivant que le péritoine est sain ou malade, que nous ferons de leur étude deux chapitres absolument distincts.

2° *Anesthésie.* — Nos animaux ont toujours été opérés sous anesthésie et on s'assurait avant d'enregistrer un phénomène quelconque que l'insensibilité était absolue. C'était pour se placer dans des conditions opératoires répondant à la clinique.

Comme anesthésique, on a successivement employé l'éther, le chloroforme, le chloral. Les deux premiers agents sont ceux journellement employés ; le troisième n'a été utilisé que pour mettre hors de cause les modifications pouvant dépendre des actions physiologiques de l'éther et du chloroforme. Or, avec ces trois anesthésiques les réflexes ont été absolument identiques.

La température de la pièce était toujours maintenue élevée pour éviter le refroidissement opératoire. Dans certains cas on a noté aussi la température de l'animal avant et après l'opération : nous dirons simplement ici que l'abaissement de la température causé par l'opération nous a paru moins considérable que l'avaient prétendu certains auteurs, tels que Reddard, Blum, etc...

3° *Genre d'excitations péritonéales provoquées.* — Nous nous sommes appliqués à reproduire dans nos expériences les diverses manœuvres que l'on peut en clinique être conduit à pratiquer sur les intestins et le péritoine. On enregistrait l'effet produit dans chaque cas particulier.

Le premier temps de l'opération était l'*éviscération*, c'est-à-dire la sortie en masse des intestins hors du ventre, puis on irritait l'intestin par un *dévidement*, par des *pincements*, des *torsions*, et des manipulations plus ou moins brutales, enfin on le *réintégrait* dans la cavité abdominale ; cette dernière manœuvre demande toujours des efforts longs et pénibles. Dans quelques cas, on a pratiqué auparavant la toilette abdominale à l'aide d'éponges.

La durée moyenne de nos éviscérations a été de 30 minutes.

4° *Instrumentation.* — Tous les appareils qui ont servi à enregistrer nos phénomènes réflexes appartenaient au laboratoire du professeur Arloing qui avait bien voulu les mettre à notre disposition.

Les tracés étaient reçus sur le grand appareil enregistreur de Chauveau.

La pression artérielle, prise dans la carotide, était mesurée à l'aide du manométrographe de Chauveau.

Le pouls était inscrit à l'aide du sphygmographe à doigt de gant.

Un pneumographe ordinaire recueillait les impressions respiratoires.

Les contractions cardiaques étaient enregistrées à l'aide d'un explorateur graphique du ventricule droit du chien, dont le mérite de la construction revient à M. Guinard.

B. LECTURE DE NOS TRACÉS

Nous avons choisi parmi les nombreux tracés recueillis dans nos 12 expériences (onze chez le chien, une chez le cabri) des fragments où les résultats obtenus sont très démonstratifs. Ils se rapportent à deux

types d'expérience très distincts par le fait que dans un cas le péritoine du chien était *sain*, tandis que dans l'autre cas, il avait été préalablement rendu malade.

PREMIÈRE SÉRIE DE TRACÉS

(Expérience du 21 avril 1897.)

CHIEN SAIN

Tracé n° 1. — Tracé pris au moment même où l'on sort l'intestin : cette éviscération se fait avec peine et demande des manipulations répétées. Aucun réflexe ne se produit.

Tracé n° 2. — 7 minutes après le début de l'éviscération, on pince et manipule l'intestin. On n'obtient rien.

Tracé n° 3. — Après 15 minutes d'éviscération on fait subir à l'intestin les mêmes irritations et alors on constate :

Que la pression M tombe de. 133 à 102
Le pouls P passe de..... 108 à 96
La respiration R de..... 22 à 42

Il y a donc :

Chute de la pression ;
Ralentissement du pouls ;
Accélération de l'R qui, de plus, est superficielle.

Tracé n° 4. — Après 20 minutes d'éviscération on manipule à nouveau l'intestin :

La pression M tombe de. 136 à 112 en 14 secondes.
Le pouls passe de..... 260 à 234
La respiration R passe de. 80 à 84

Les phénomènes sont donc les mêmes que dans le tracé n° 3, mais ils deviennent exagérés.

RÉSUMÉ. — Le péritoine sain, d'abord indifférent aux excitations au moment même où on fait l'éviscération et dans les 12 ou 15 premières minutes, acquiert peu à peu au bout de ce laps de temps une irritabilité qui va sans cesse en augmentant.

DEUXIÈME SÉRIE DE TRACÉS

(Expérience du 8 mai 1897.)

CHIEN SHOCKÉ (éviscération préalable 4 jours auparavant)

Tracé n° 1. — Au moment même où on sort l'intestin, les irritations qui accompagnent cette manœuvre déterminent une chute considérable de la pression.

La pression M tombe de 152 à 120 en 41 secondes.

Très peu de modifications du côté du pouls et de la respiration.

Tracé n° 2. — Après 15 minutes d'éviscération on fait un dévidement de l'intestin :

La pression M tombe de. 92 à 68 en 30 secondes.
La respiration R est très irrégulière, haletante.
Le pouls P passe de..... 240 à 222

Tracé n° 3. — Au bout de 25 minutes, les intestins, après avoir été réintégrés, sont à nouveau brusquement éviscérés. Résultat formidable :

La pression M tombe de: 104 à 68 en 20 secondes.
Le pouls passe de..... 228 à 216
La respiration R passe de. 90 à 102

Nous pourrions multiplier les exemples ; ils sont tous analogues. La constance et la netteté des résultats obtenus dans nos expériences sont, en effet, remarquables.

D'une manière générale on peut les résumer dans ces quelques propositions :

RÉFLEXES CIRCULATOIRES

1° ACTION SUR LA PRESSION ARTÉRIELLE : Ce sont les phénomènes les plus accentués, d'une manière constante, les irritations péritonéales ont pour effet d'amener une chute de la pression. Les plus grands écarts ont été de 42 mm (de 142 à 100, exp. III) ; de 36mm (de 104 à 68, exp. VIII). La moyenne de la chute était de 20 mm environ.

Mais les chutes de la pression artérielle ne présentent pas les mêmes caractères chez les chiens sains et chez les chiens malades.

Chez les chiens *sains* les réflexes sont plus lents à apparaître ; au moment où on pratique l'éviscération on ne note aucune modification, c'est seulement après 10 à 15 minutes environ de mise au dehors de la masse intestinale que les irritations péritonéales amènent la chute de la pression. Cette chute ne se produit pas immédiatement après l'excitation péritonéale, mais il s'écoule un laps de temps qui varie entre 3 et 6 secondes, entre le moment où on traumatise l'intestin et celui où on voit baisser la pression.

Plus l'éviscération dure, plus intenses sont les réflexes et moins il est nécessaire d'agir violemment sur le péritoine pour les obtenir (simple contact) ; si enfin on prolonge l'éviscération, les réactions

peuvent être assez vives pour amener une syncope mortelle (exp. IV, une vieille chienne atteinte d'endocardite).

Chez les *chiens malades, shockés*, dont le péritoine a été rendu plus irritable par un traumatisme antérieur, l'ordre d'apparition des accidents est modifié. Dès qu'on pratique l'éviscération, on voit la pression faiblir et, dès le début de l'opération, les dévidements, les manipulations se révèlent par des chutes de pression qui persistent longtemps. Quand l'état péritonéal est trop grave, la pression reste uniformément faible et les excitations n'ont plus prise sur un organisme qui semble épuisé. Le temps perdu du réflexe est toujours de 3 à 7 secondes. Indépendamment des chutes de pression brusques qui accompagnent les irritations péritonéales passagères, il y a une chute générale de la pression qui, à la fin de l'opération, est sensiblement inférieure à ce qu'elle était au début.

2° Action sur le cœur : Tracé cardiographique. — Il en est de même pour le cœur.

Chez les chiens sains l'éviscération et les diverses manœuvres exercées sur l'intestin et le péritoine ne produisent rien pendant les premières minutes. Au bout de 10 à 15 minutes apparaissent les signes de ralentissement et d'affaiblissement de l'organe. Ces symptômes se révèlent dès le début chez les chiens malades.

Dans quelques cas rares, au lieu de ralentissement on peut noter de l'accélération légère (de 186 à 192, exp. VI), mais on remarque alors au même moment une hypotension extrême.

3° Action sur le pouls : Tracé sphygmoscopique. — Les mêmes considérations s'appliquent d'une manière générale au pouls. Cependant, si l'affaiblissement du pouls est plus considérable chez les chiens malades que chez les chiens sains, il n'y a pas grande différence au point de vue du rythme. Le pouls est aussi ralenti chez les uns que chez les autres et ces modifications s'obtiennent dans les deux cas surtout après 10 minutes d'éviscération.

RÉFLEXES RESPIRATOIRES

Chez les chiens sains, la respiration devient plus superficielle et s'accélère pendant les manipulations d'autant plus que l'éviscération dure davantage.

Chez les chiens malades, quand la pression est très faible, le cœur très ralenti, la respiration elle aussi devient parfois plus lente. Dans

des circonstances moins graves, elle s'accélère tout en devènant plus superficielle.

Il est important de faire remarquer que tous ces réflexes sont indépendants les uns des autres, qu'on a eu des modifications de la pression alors que la respiration ne changeait pas et *vice versa*. Cela indique bien leur communauté d'origine, mais leur non subordination les uns aux autres.

CONCLUSIONS

Les conclusions qu'on peut tirer de notre travail sont intéressantes et au point de vue physiologique et au point de vue chirurgical.

Au point de vue physiologique. Nos expériences sur le chien constituent une vérification complète et peut-être meilleure que les précédentes de l'existence de ces réflexes péritonéaux signalés pas Goltz, Tarchonoff, etc.

Il nous paraît intéressant aussi d'avoir constaté que chez les chiens anesthésiés les impressions sensitives provenant du péritoine se traduisent par des réflexes vaso-moteurs aussi constants et aussi faciles à vérifier que ceux que nous avons vus : indépendamment et sans préjudice des autres modifications du cœur et de la respiration que nous avons fait connaître.

Au point de vue chirurgical : 1° l'état de shock se révèle avec des signes physiologiques qui enregistrés correspondent exactement aux symptômes connus en clinique : chute de la pression artérielle, ralentissement et faiblesse du pouls et des pulsations cardiaques, accélération de la respiration.

2° L'éviscération réalise des conditions très favorables à la production du shock.

3° Chez les individus dont le péritoine n'est pas enflammé, l'éviscération peut être exécutée sans trop de dangers à condition que le cœur soit sain. Elle ne doit pas être prolongée au delà de 15 minutes au maximum.

4° Chez les individus dont le péritoine est malade (péritonisme, péritonite, occlusion intestinale, etc...) l'éviscération est très dangereuse par l'acuité des réflexes dont elle est le point de départ.

M. le Dr Edmond BLANC

Chirurgien des Hôpitaux de Saint-Etienne.

OBSERVATION D'HYDARTHROSE INTERMITTENTE HÉRÉDITAIRE

[6167.6]

— *Séance du 9 août 1897* —

Nous avons eu la rare bonne fortune de rencontrer, il y a quelque temps, un exemple intéressant à divers titres, de cette affection si bizarre, si mal connue dans sa nature et sa pathogénie : l'hydarthrose intermittente.

On sait qu'elle est caractérisée par la présence d'un épanchement séreux dans la synoviale d'une ou plusieurs articulations, le liquide se produisant sans cause déterminante appréciable, par périodes régulières, donnant lieu à des accès d'une durée égale, tout cela sans accidents appréciables dans l'état général du malade.

Nous avons dit que l'hydarthrose intermittente est une affection rare ; notre distingué confrère et ami, le docteur Chauvet (de Royat) dans une note très intéressante qu'il lui consacre (Lyon médical, 1885) n'a pu en rassembler que 15 observations éparses dans la littérature française et étrangère.

Plus récemment, le docteur Le Même, à l'occasion d'un cas recueilli dans le service de Monod, porte à 21 le nombre des observations connues, d'après lesquelles il donne une étude détaillée et une description schématique de cette bizarre maladie.

Observation : J. Rachel, âgée de 26 ans, dévideuse, vient me consulter pour des douleurs des deux genoux qui l'empêchent de continuer son travail.

Voici son histoire résumée d'après une note très détaillée qu'elle nous remit elle-même :

A l'âge de sept ans, les deux genoux, les chevilles et les poignets enflèrent à peu près simultanément et présentèrent des fluxions périodiques mais sans grande régularité. On la traita à l'iodure de fer et à la

teinture d'iode. Cet état de choses dura 6 ans, puis disparut sans laisser aucune trace.

Il y a cinq ans, elle commença à ressentir de vives douleurs dans la jambe gauche et particulièrement dans le pli de l'aine : un médecin consulté diagnostiqua un rhumatisme nerveux ; les douleurs persistèrent ainsi une année, puis, un beau matin, en se levant, elle s'aperçut *d'un gonflement du genou gauche*. De cette époque datent les fluxions qui se produisirent *tous les dix jours*, avec une régularité mathématique.

Elles durent *trois jours*, avec les particularités suivantes :

1er jour : douleurs vives allant de la cheville jusqu'au pli de l'aine ; raideur du genou ;

2e jour : disparition des douleurs ; début de la fluxion articulaire ;

3e jour : la fluxion atteint son maximum ; elle commence à décroître dans la nuit, pour disparaître rapidement les jours suivants.

Le rythme de la poussée articulaire reste invariablement le même.

Quand l'enflure a disparu, la jambe est assez forte et permet à la malade de longues marches ; dès qu'elle reparaît, le membre est sans force et fléchit sous le poids du corps.

L'examen pratiqué au moment d'une poussée révèle les particularités suivantes :

Tuméfaction prononcée du genou ; fluctuation évidente dans l'article ; choc rotulien net ; le cul-de-sac sous-tricipital est surtout distendu. Pas de rougeur à la peau ; aucune douleur à la pression.

Les mouvements d'extension sont complets : la flexion est un peu limitée.

Pas d'atrophie du triceps, pas de troubles trophiques de la peau.

Etat général bon ; rien au cœur ni aux poumons, ni sucre, ni albumine.

En présence de tels symptômes, le diagnostic s'imposait ; le traitement était moins facile à établir : le salicylate, l'iodure, l'arsenic, la quinine, l'antipyrine, furent tour à tour essayés avec un égal insuccès, et force nous fut, devant les échecs répétés de la thérapeutique, d'avoir recours à des moyens plus sévères.

On fit une sérieuse application de pointes de feu superficielles sur le genou et on appliqua un bandage silicaté qui fut gardé six semaines.

Sous le silicate, le genou gauche ne fut pas un seul jour douloureux, *mais le genou droit*, jusque là indemne, commença à se prendre. Puis la malade, ayant été obligée de reprendre son travail pénible (station debout, courses), s'appuyait instinctivement sur la jambe droite pour ménager le côté opéré ; peu à peu *le genou droit* devint douloureux, et au bout de quelques mois présenta des poussées d'hydarthrose, beaucoup plus prononcées que celles du côté gauche.

Le rythme était modifié, trois jours de fluxion, intervalle de dix jours ; trois jours de fluxion, intervalle de treize jours, et ainsi de suite. La poussée survenant après le plus long intervalle, était beaucoup plus intense.

Cet état de choses persista 2 ans 1/2 avec une désespérante régularité, si bien que je dus conseiller à la malade d'abandonner sa profession trop pénible ; elle reste chez elle, ne se lève que très tard, s'occupe à des travaux de couture, et sort un peu dans la soirée.

Après quelques semaines de repos, elle a vu les fluxions périodiques s'atténuer peu à peu et finalement disparaître, mais elle souffre toujours au niveau du genou droit et tout le long du membre, et elle sent bien, me disait-elle récemment, que si elle reprenait ses occupations pénibles, les poussées d'hydarthrose reparaîtraient comme par le passé.

Voilà donc un cas bien net, bien classique d'hydarthrose intermittente du genou gauche, dans lequel les fatigues et le surmenage ont joué un grand rôle comme causes déterminantes des recrudescences dans les phénomènes morbides. Le repos, les pointes de feu, l'immobilisation dans un appareil silicaté, ont eu le plus heureux résultat, mais fait curieux et inattendu, de nouvelles fatigues ont amené une récidive du côté opposé ; la malade n'a pas voulu consentir à subir un nouveau traitement chirurgical et a préféré chercher dans le repos un soulagement à ses souffrances : il eût été cependant bien intéressant de voir, si en chassant le mal du côté droit, on l'eût réintégré dans le genou gauche, son siège primitif.

Nous nous demandions quelle était la nature exacte de ces poussées articulaires et à quelle diathèse il fallait les rattacher ; les manifestations polyarticulaires présentées par notre malade dans son enfance nous inclinaient à en faire une affection rhumatismale ; les renseignements que nous donna sa mère ne firent que nous confirmer dans notre opinion. Cette brave femme, en effet, un jour que nous lui demandions à quelle cause elle attribuait la bizarre maladie dont sa fille était atteinte, nous répondit bien simplement : « Je n'en suis guère étonnée, car depuis 22 ans je souffre de la même façon ! » Et alors elle nous raconta son histoire :

Elle est âgée de 52 ans, son père et sa mère avaient, dit-elle, des rhumatismes sur lesquels elle ne peut donner aucun renseignement précis ; elle-même a joui d'une santé parfaite jusqu'à sa première poussée d'hydarthrose, survenue il y a 22 ans, à la suite d'un accouchement.

Le genou gauche se prit alors à enfler régulièrement tous les dix jours ; la période fluxionnaire était de trois jours, exactement comme chez sa fille.

Un médecin consulté conseilla simplement des applications diverses, sans médication interne ; le résultat fut à peu près nul.

Au bout de cinq ans, le genou droit se prit à son tour ; depuis, les fluxions se sont répétées, tous les dix jours, toujours avec le même type, tantôt dans un genou, tantôt dans l'autre.

Elle n'a jamais interrompu son travail, sauf au moment de quelques poussées plus fortes.

L'exemple, unique croyons-nous, d'hydarthrose intermittente héréditaire que nous venons de rapporter, peut-il nous aider à élucider,

dans une certaine mesure, le problème jusqu'ici non résolu de sa nature intime ? Nous ne le pensons pas : la notion étiologique qui en découle est, en effet, en contradiction absolue avec les conclusions des derniers travaux parus sur la question.

Chauvet, après avoir analysé très soigneusement les détails étiologiques de chaque observation, commence par déclarer très catégoriquement qu'il faut exclure le rhumatisme, l'arthritisme. Il ne suffit pas, dit-il très justement, qu'une affection soit articulaire, pour en faire une dépendance de cette diathèse ; or, dans les 15 observations qu'il rapporte, il ne trouve signalés qu'une fois de l'asthme et des douleurs vagues de rhumatisme musculaire.

Il élimine également la *théorie paludique*, car les intermittences à aussi longue échéance sont rares et ne persistent pas, et de plus le sulfate de quinine n'a pas indiqué la nature nettement paludique de la maladie.

La *théorie nerveuse* ne le satisfait pas non plus, car on ne trouve d'antécédents nerveux ni chez les malades, ni dans leurs ascendants ou collatéraux.

Serait-ce une infection ? La longue durée de la maladie, l'absence d'une autre localisation, ne plaident pas en faveur de cette hypothèse.

Par exclusion, Chauvet arrive à admettre que la cause de l'hydarthrose intermittente est une auto-intoxication ; mais, ajoute-t-il sagement, il reste à en faire la preuve et à en trouver l'origine.

Tel est aussi l'avis du docteur Le Même. « Hypothèse pour hypothèse, dit cet auteur, puisque aucune théorie ne peut avoir jusqu'ici une base scientifique solide, nous admettons que l'hydarthrose intermittente semble être sous l'influence d'une intoxication locale primitive due probablement à des toxines sécrétées par des micro-organismes, toxines qui localisent leur action au niveau des séreuses articulaires. »

Tout cela est bien peu précis, on l'avouera, et notre observation va directement à l'encontre de telles conclusions ! La nature arthritique de l'hydarthrose, chez nos deux malades, est surabondamment démontrée par l'hérédité !

Nous nous garderons bien, naturellement, de généraliser, et de conclure d'un cas unique, si net qu'il soit, que tous les cas relèvent de la diathèse arthritique ; disons tout simplement que cette étiologie est possible et ne doit pas être rejetée systématiquement.

Mais si l'accord n'est pas fait sur la nature de cette curieuse maladie, en revanche, tous ceux qui l'ont observée sont unanimes à

déplorer sa ténacité, ses alternatives de guérisons apparentes et incomplètes et de rechutes qui découragent le malade et en font trop souvent un infirme et un impotent ; c'est une maladie essentiellement chronique ! Tous aussi constatent mélancoliquement l'insuccès ordinaire de la thérapeutique, l'échec de toutes les médications.

Ces échecs, souvent constatés, ont conduit à intervenir chirurgicalement ; on a vu que chez notre jeune malade, nous n'avons pu obtenir un résultat que par l'application de pointes de feu et l'immobilisation dans un appareil silicaté.

Monod et Le Même ont obtenu, dans leur cas, un excellent résultat de l'*arthrotomie* pratiquée au moment de la période d'état d'un accès ; l'ouverture large de l'article avec contre-ouverture, lavage antiseptique et drainage, aidée du massage peu de temps après l'opération, a donné une guérison parfaite.

C'est là un traitement facilement applicable quand l'affection est localisée au genou, comme c'est la règle, et que nous emploierons volontiers, le cas échéant, mais après avoir essayé l'opération de Schede.

De cette courte étude, il nous paraît légitime de tirer les quelques conclusions suivantes :

1° La pathogénie de l'hydarthrose intermittente n'est pas encore complètement élucidée ;

2° Si les tendances actuelles inclinent à en faire une auto-intoxication, il ne faut pas de parti pris éliminer l'arthritisme qui, dans notre cas, est des plus nets ;

3° L'hydarthrose intermittente peut être héréditaire ;

4° En présence de l'insuccès ordinaire du traitement médical, on est autorisé à lui opposer un traitement chirurgical énergique (Révulsion, immobilisation, ponction avec injections antiseptiques, au besoin même, on pratiquera l'arthrotomie).

M. le Dr J. REBOUL

Membre correspondant de la Société de chirurgie de Paris,
Chirurgien de l'Hôtel-Dieu de Nimes.

HÉMORRAGIE MORTELLE CONSÉCUTIVE A LA SECTION DU FREIN SUBLINGUAL CHEZ UN ENFANT NOUVEAU-NÉ

[617.141]

— *Séance du 9 août 1897* —

La section du filet sublingual chez le nouveau-né est une opération réputée des plus bénignes. Elle est couramment pratiquée non seulement par tous les médecins, mais encore par les sages-femmes et les matrones sans la moindre précaution. Il est très rare de voir survenir après cette petite opération des accidents redoutables comme une hémorragie continue et mortelle ; exceptionnellement on en a signalé quelques cas ; — bon nombre d'ouvrages d'Obstétrique et de Maladies de l'enfance n'en font même pas mention.

Aussi m'a-t-il paru intéressant de vous communiquer le malheureux cas suivant :

Obs. — Le 21 décembre 1896, mon excellent confrère et ami le Dr Dussaud, venait de donner ses soins à Mme X... qui avait accouché heureusement, sans accident ni intervention, d'une petite fille. Lorsqu'il revint voir la mère, quelques heures après l'accouchement, la garde lui fit remarquer chez le nouveau-né la brièveté excessive du frein sublingual, qui, se prolongeant jusqu'à l'extrémité de la langue, la fixait au plancher buccal. Le Dr Dussaud sectionna le frein aux ciseaux, en s'aidant du doigt pour soulever la langue.

Une petite hémorragie survint ; le Dr Dussaud appliqua un tampon d'ouate sur la plaie, et au bout d'un instant, l'hémorragie paraissant s'être arrêtée, il prescrivit à la garde de recommencer la compression si la plaie saignait encore, et se retira.

Très vite après, l'hémorragie recommence, la compression ne l'arrête pas. Le Dr Dussaud, appelé immédiatement, constate une hémorragie abondante, continue, sans jet. La compression digitale prolongée, la compression avec des serres fines, avec une pince à forci-pressure, des

applications de perchlorure de fer, d'eau de Pagliari, de solutions concentrées d'antipyrine, sont successivement tentées, mais sans succès, pendant l'après-midi et la journée suivante (22 décembre). L'hémorragie continue, en nappe, sans jet ; — l'enfant s'affaiblit, se refroidit ; il y a du mélœna.

Le 23 décembre, à 7 heures du matin, je vois l'enfant en consultation avec les Drs Dussaud, Brousson et Nègre. L'hémorragie continue, l'enfant est très affaiblie, d'une pâleur extrême. Nous essayons de nouveau la compression, des applications de galvano-cautère, de stérésol, mais sans grand succès. Nous pratiquons alors une injection sous-cutanée de sérum (environ 200 grammes).

A 11 heures, même état ; — une application de galvano-cautère paraît produire un caillot et arrêter l'hémorragie. Deuxième injection de sérum.

A 3 heures, troisième injection de sérum. L'hémorragie diminue.

A 9 heures, l'hémorragie qui avait beaucoup diminué dans l'après-midi, a recommencé vers 7 heures du soir. Nouvelle application de galvano-cautère, sans résultat ; — l'hémorragie se produit sur les bords de l'escarre. Quatrième injection de sérum.

24 décembre, 9 heures. L'hémorragie a été peu abondante pendant la nuit, mais a continué malgré les soins donnés à l'enfant par notre interne, M. Fosse. Application sur la plaie d'une poudre astringente et coagulante (tannin, alun, bismuth, etc.). Cinquième injection de sérum. Sous l'influence de ces injections, l'enfant paraît se réveiller. Les yeux se raniment, la face s'injecte, la respiration s'améliore. On fait quelques inhalations d'oxygène.

A 3 heures, l'enfant s'affaiblit, elle est d'une pâleur extrême. Quelques petits caillots se produisent au niveau de la plaie qui s'agrandit sous l'influence des mouvements de la langue ; l'hémorragie se produit autour des caillots, toujours continue, en nappe. Sixième injection de sérum.

25 décembre, 9 heures du matin. L'enfant est exsangue. Il y a des ecchymoses sous-unguéales, des érosions anales hémorragiques. Huitième injection de sérum.

3 heures. Augmentation des ecchymoses sous-unguéales, mélœna mêlé de matières, miction assez abondante. Neuvième injection de sérum. L'enfant paraît de nouveau se réveiller un peu.

26 décembre. L'enfant est plus affaiblie que la veille. Au niveau de quelques injections sous-cutanées de sérum, il s'est produit des ecchymoses. Nous abandonnons les injections de sérum et les remplaçons par des lavements nutritifs et astringents. Mais l'hémorragie continuant toujours en nappe malgré toutes les tentatives dirigées contre elle, l'enfant s'éteint à 9 heures du soir.

Ce cas d'hémorragie mortelle consécutive à la section du frein sublingual chez un nouveau-né m'a paru digne de vous être communiqué, en raison de la rareté de cet accident, et de l'importance qu'il donne à une opération aussi généralement bénigne et aussi vulgaire que la section du filet lingual.

Dans notre cas, la section du frein sub-lingual ne me paraît pas être l'unique cause de l'hémorragie. Il est vrai que le frein était charnu ; mais notre confrère, soulevant la pointe de la langue, avait fait avec les ciseaux une section superficielle qui n'avait certainement pas intéressé les ranines.

Cette hémorragie continue, en nappe, qui a persisté à peu près jusqu'à la mort, survenue cinq jours et demi après l'opération, me paraît être liée à un état constitutionnel de l'enfant, à l'hémophilie.

On ne s'expliquerait pas, sans cette cause prédisposante, la résistance de l'hémorragie à tous les moyens employés pour la combattre.

Avec le Dr Dussaud, nous avons recherché dans les antécédents héréditaires de l'enfant, antécédents tout particulièrement connus par notre confrère, des cas d'hémophilie, et n'en avons pas trouvé. Nous savons cependant qu'un premier enfant est mort, l'année dernière, quelques jours après sa naissance, d'abcès multiples, de pyohémie survenue sans cause apparente.

La mère de notre malade vient de mourir il y a trois mois de tuberculose pulmonaire aiguë.

Le père, grand et maigre, jouit d'une bonne santé.

Peut-être pourrait-on invoquer, en outre de la débilité de l'enfant, née d'une mère en puissance de tuberculose, la consanguinité des parents qui étaient cousins germains.

Quoi qu'il en soit, il nous paraît que c'est à l'hémophilie que doit être rapportée l'hémorragie mortelle qui a succédé à la section du frein sub-lingual chez cette enfant.

Il est vrai que la plaie, toute petite lors de l'opération, s'est rapidement agrandie sous l'influence des mouvements de la langue de l'enfant et des cautérisations et attouchements que nous avons dû pratiquer.

Nous n'avons pas tenté la suture pour arrêter cette hémorragie en nappe, craignant qu'une nouvelle plaie dans des tissus si friables ne produisit une nouvelle hémorragie. Nous n'avons pas essayé l'électrolyse qui nous a donné dans d'autres cas de très bons résultats. Les difficultés d'application étaient telles dans ce cas particulier qu'après y avoir pensé nous avons rejeté cette idée.

Ce cas d'hémorragie mortelle consécutive à la section du frein sublingual montre combien on doit être circonspect quand il s'agit de faire une opération chez les enfants nouveau-nés, même la section du filet sublingual, si couramment répandue et pratiquée.

Une intervention chez le nouveau-né, si simple et si bénigne soit-elle, peut causer des accidents graves et tuer l'enfant par hémorragie si, comme dans le cas observé par Ricken et dans le nôtre, on a à faire à un hémophilique.

M. le Dr J. TEISSIER

Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon.

SUR LE RHUMATISME GOUTTEUX [616.991]

— Séance du 9 août 1897 —

La pathogénie du ou des rhumatismes chroniques reste toujours parmi les questions les plus controversées de la pathologie. Et malgré de très louables efforts, l'incertitude règne quand même lorsqu'il s'agit de *catégoriser* les faits cliniques suivant leur nature et leurs relations dans l'échelle nosologique.

Il y a quelques mois à peine, nous avons tenté, avec mon collègue et ami le Dr Roque, une classification rationnelle qui a servi de base à l'article Rhumatisme chronique du dernier Traité de Médecine et de Thérapeutique ; dans cette classification nous admettions *trois grands groupes de rhumatisme chronique* : 1° le Rhumatisme chronique progressif (ancienne goutte asthénique Landrée-Beauvais) ; 2° le Rhumatisme chronique consécutif au rhumatisme articulaire aigu ; 3° le Rhumatisme chronique goutteux ou arthritique. Outre le mérite de la simplicité, cette division nous paraissait surtout avoir l'avantage d'être essentiellement clinique, de bien répondre à la réalité des faits observés, et par dessus tout de bien spécifier leurs différences d'origine. En effet le premier groupe, cliniquement représenté par les cas de *rhumatisme progressif généralisé ou partiel* avec ses caractères si nets d'envahissement progressif, de déformations, de symétrie des manifestations articulaires, avec absence de lésions endocardiques, à marche quasi fatale vers la cachexie tuberculeuse ou brigthique, nous apparaissait comme *une maladie infectieuse* à localisation surtout spinale ou méningo-spinale, entraînant des lésions trophiques du côté des os et des articulations. Troubles trophiques dont l'origine myélopathique explique bien les altérations symétriques du rhumatisme chronique, ainsi que Reimach

et Bouchard en avaient l'idée depuis longtemps, et comme un certain nombre d'examens nécroscopiques nous l'ont formellement démontré.

Le second groupe, englobant les cas de rhumatisme chronique consécutif au rhumatisme articulaire aigu, a une grande analogie morphologique avec le précédent, mais il s'en distingue pourtant



FIG. 1.

Type de rhumatisme chronique déformant progressif.
Déformation portant surtout sur les articulations phalango-phalanginiennes (A, A').
La lésion est considérée spécialement par la disposition du cartilage articulaire et la tendance à la pénétration réciproque des têtes osseuses.

par quelques points essentiels, et surtout par l'absence de phénomènes sensitifs précédant les manifestations articulaires (crampes ou fourmillements), par l'absence de progressivité constante des lésions, par l'envahissement brusque et précoce d'un certain nombre d'articulations, puis par la limitation du processus chronique à un nombre plus restreint d'articles : la main ou le pied de préférence, enfin par la *fréquence de l'endocardite*. Au moment où nous avons formulé cette conception, il y avait sans doute quelque témérité à le faire : cependant elle répondait si exactement aux enseignements de la cli-

nique que ce groupe de faits a été rapidement accepté : l'existence du rhumatisme chronique, suite du rhumatisme aigu, n'est plus discutée : on tendrait même plutôt à en exagérer l'importance (Voir Barjon th. de Lyon 1897). En tout cas cette doctrine jette une vive clarté sur des faits encore mal classés, par exemple sur le *prétendu rhumatisme noueux de l'enfance* qui, à notre avis, n'est qu'un rhumatisme articulaire aigu passé à l'état chronique (comme le prouve la fréquence de l'endocardite chronique qui l'accompagne) et sur les anciens cas d'endocardite survenus dans le cours de rhumatisme chronique publiés par Charcot, Cornil, Trastour qui maintenant doivent rentrer dans la règle commune, le rhumatisme chronique vrai et d'emblée ne s'accompagnant pas d'endocardite véritable conformément à la loi autrefois établie par B. Teissier.

Le troisième groupe, celui du rhumatisme goutteux constitue une entité plus délicate à saisir, c'est elle aussi qui a dû subir le plus de controverses : son autonomie nous avait paru cependant très suffisamment établie par la clinique ; par l'aspect des déformations et par l'arthrite, c'était du rhumatisme ; par ses parentés morbides et la fréquence des altérations viscérales, c'était de la goutte ; et cependant, ce n'était pas la goutte franche puisqu'il y manquait, et les fluxions aiguës à localisation typique, et le tophus. Enfin, aux déformations ordinaires du rhumatisme, viennent s'ajouter souvent, en pareil cas, la nodosité d'Heberden, les manifestations douloureuses des synoviales, la rétraction de l'aponévrose palmaire, le tout aboutissant le plus souvent à l'aortite chronique avec maladie d'Hogdson ou à la néphrite interstitielle.

Tels sont les trois groupes principaux que l'on peut actuellement admettre dans la grande classe du rhumatisme chronique. Sans doute, il y aura lieu plus tard de multiplier les divisions, et de constituer aussi la classe des *pseudo-rhumatismes chroniques* ; et d'abord pour le pseudo-rhumatisme chronique tuberculeux que M. Destot étudie en ce moment, et dont je viens d'avoir récemment l'occasion d'observer un très remarquable exemple.

Mais je désire m'arrêter à la classification très schématique que je viens d'exposer sommairement, voulant insister seulement sur ce troisième groupe du *rhumatisme goutteux* dont on a cherché à contester la réalité.

Si son existence a pu paraître quelque peu arbitraire, c'est que sans doute on n'a point suffisamment pesé les différences et les caractères distinctifs des diverses modalités cliniques du rhumatisme, c'est surtout que certains esprits, trop poussés vers les conceptions synthéti-

ques ou s'intéressant trop exclusivement aux caractères anatomo-pathologiques, ont essayé, comme l'avait fait autrefois Charcot, de tout ramener aux lésions primitives de l'arthrite pour *unifier* toutes ces manifestations arthropathiques. Cette tendance généralisatrice s'est manifestée surtout dans le récent et très remarquable travail de M. Barjon qui a tenté de grouper toutes ces modalités si opposées sous

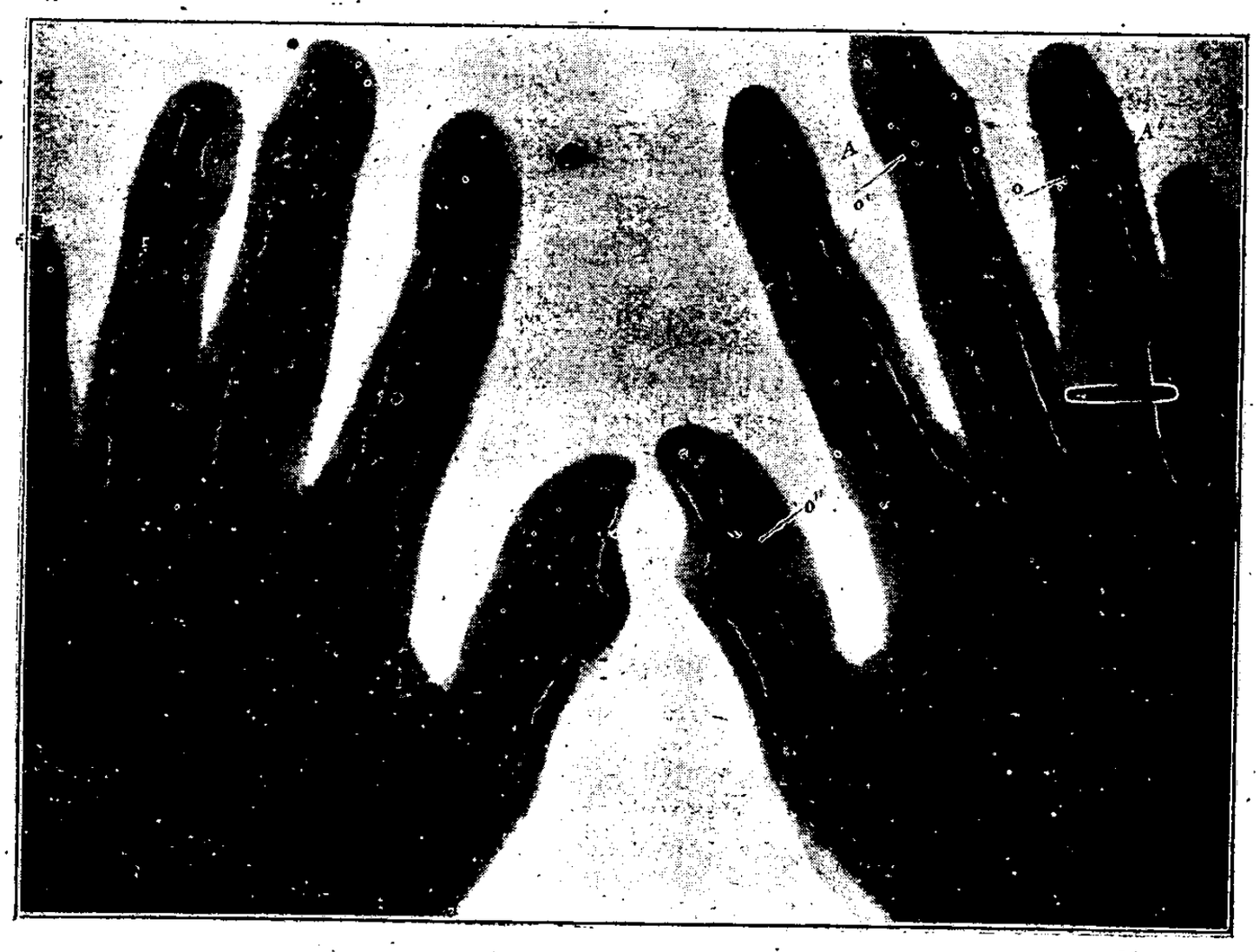


FIG. 2.

Type de rhumatisme goutteux à opposer au précédent.

La déformation porte surtout sur les articulations phalangino-phalangettiennes (A, A').

La lésion est caractérisée par la conservation du cartilage articulaire et la production d'ostéophytes uratés (O, O', O'') donnant à l'épreuve radioscopique des saillies blanchâtres très apparentes.

le nom de *Syndrôme rhumatismal*. Or, ce que je tiens à bien établir dans cette communication, c'est la *personnalité clinique* de ce groupe nosographique auquel M. Roque et moi nous avons donné le nom de *Rhumatisme goutteux*. Nous l'avions déjà fait au triple nom de l'Etiologie, de la Clinique et de la Pathologie expérimentale: de l'*Etiologie* d'abord qui montre de pareils cas sans relation directe avec l'action du froid humide, sans rapport avec le rhumatisme aigu: de tels malades ont souvent vécu dans les conditions de santé ou d'hygiène apparente les plus parfaites; de *la clinique* qui atteste

l'étroitesse de parenté entre ce rhumatisme goutteux et les formes variées de l'arthritisme : asthme, gravelle ou diabète, et qui souligne les différences symptomiques de cette forme morbide s'accompagnant généralement d'*hypertension artérielle* et marchant vers l'aortite et la néphrite, tandis que l'endocardite est l'apanage du rhumatisme chronique développé à la suite du rhumatisme aigu; *de la pathogénie et de l'expérimentation enfin*, puisque, comme dans la goutte, notre rhumatisme goutteux s'accompagne *d'insuffisance rénale relative ;* le taux de la toxicité urinaire variant de 0,20 à 0,25, comme dans la goutte, l'expérience du fil révèle l'existence de l'uricémie et la présence de cristaux d'oxalate de chaux dans la sérosité du vésicatoire : comme dans la goutte enfin on y rencontre des *températures subnormales*, et comme dans l'asthme et le psoriasis des *cellules éosinophiles*, organites frappés de mort qui nous semblent dans l'espèce constituer des signes avérés de nutrition retardante.

Mais il manquait la démonstration formelle ; grâce aux enseignements de la radiographie et à l'obligeante compétence du Dr Destot, cette démonstration est aujourd'hui acquise et nous possédons de belles épreuves photographiques attestant l'exactitude de notre première description.

J'ai pu retrouver en effet la plupart des malades que nous avions visés dans notre tableau du rhumatisme goutteux ; leurs déformations ont été radiographiées ; l'épreuve photographique ne nous a révélé aucun signe de rhumatisme chronique : pas de disparition du cartilage articulaire, pas de déformation ni de pénétration réciproque des têtes osseuses, mais au contraire des taches blanches révélant la présence d'ostéophytes, de constitution uratique, conformément aux faits bien établis par le professeur Potain sur la constitution des nodosités goutteuses et la perméabilité des sels uriques aux rayons de Rœntgen. De plus, nous avons pu constater chez ces divers malades l'évolution vers l'aortite et la néphrite interstitielle.

Certes, il n'en faut pas davantage pour établir le bien fondé de notre description clinique à laquelle ces épreuves radiographiques apportent une éclatante confirmation (voir les figures 1 et 2).

Quant au mécanisme pathogénique de l'affection, il est extrêmement délicat : *foncièrement* il s'agit d'une dyscrasie acide, *uricémique*, atavique ou acquise et qui, comme nous avons cru pouvoir le développer ailleurs, peut avoir un triple point de départ : la peau, l'estomac ou le rein. Mais il est difficile d'aller plus loin, et nous sommes toujours embarrassés quand il s'agit d'expliquer pourquoi la diathèse urique se manifeste ici plutôt sous la forme rhumatismale

que sous la forme d'accès de goutte proprement dit. Question d'influences héréditaires sans doute, ou de conditions de milieu! Quoi qu'il en soit, les faits acquis sont déjà assez importants pour intéresser le médecin et lui fournir d'utiles enseignements tant au point de vue de l'hygiène prophylactique que de la thérapeutique elle-même.

M. Xavier DELORE

Interne des Hôpitaux, Aide d'anatomie à la Faculté de Lyon.

LE MÉAT HYPOGASTRIQUE CHEZ LES PROSTATIQUES ANCIENNEMENT CYSTOSTOMISÉS [667.2]

— *Séance du 9 août 1897* —

Dernièrement et sous l'inspiration de notre maître M. le professeur Poncet, nous avons recherché chez les anciens cystostomisés pour accidents de prostatisme, quels étaient l'état anatomique et la fonction du nouvel urètre contre nature. Nous avons alors essayé de nous rendre compte des causes de la diversité dans cette fonction. Ce sont ces résultats que nous désirons faire connaître aujourd'hui.

On sait que la cystostomie laisse et doit laisser après elle, dans un certain nombre de cas, un méat hypogastrique destiné au passage des urines. Dans le reste des faits, l'ouverture vésicale se referme complètement et s'oblitère, la miction s'accomplissant de nouveau par la voie urétrale normale. Les premiers de ces malades ont une cystostomie définitive ou permanente; les seconds ont une cystostomie temporaire. Ce travail ne doit évidemment comprendre que les sujets qui ont conservé un urètre hypogastrique et nous éliminerons donc tous les cas d'oblitération du méat hypogastrique.

Cependant on nous permettra, en passant, de signaler la proportion de ces deux catégories de malades, les cystostomisés temporaires, les cystostomisés permanents, suivant l'expression de M. Poncet. Réu-

nissant les chiffres de nos observations à ceux contenus dans la thèse de Lagoutte (Lyon 1894) nous obtenons 18 oblitérations sur 34 cystostomisés depuis plus de six mois. Lagoutte avait trouvé un chiffre plus faible d'oblitérations, mais certains de ses malades avaient été opérés depuis fort peu de temps; depuis 1894, l'oblitération s'est produite chez six malades considérés par Lagoutte comme cystostomisés définitifs ou permanents.

Reprenant notre sujet par l'étude anatomique, nous dirons immédiatement que nous avons revu 34 anciens opérés ou reçu des renseignements sur eux : ces opérés gardent un néo-canal perméable depuis au moins neuf mois, le plus ancien ayant été opéré il y a sept ans et demi. Ces malades sont tous des vieillards, nous insistons là-dessus, la moyenne de leur âge est d'un peu plus de soixante-quatorze ans. Cette condition d'âge a, nous le verrons, une importance au point de vue du choix du manuel opératoire.

Le nouveau canal urinaire présente à considérer un trajet et deux orifices. Rarement, ces diverses portions sont ramassées et réduites à un simple orifice, la vessie s'ouvrant alors directement au dehors. Ordinairement, il existe un véritable trajet, une sorte de néo-canal creusé à travers les parois abdominales et formé d'une muqueuse entourée d'un anneau plus ou moins épais de tissu fibro-élastique remarquable par sa rétractilité. Sa direction générale est oblique de haut en bas et d'avant en arrière : le point le plus élevé étant, par exemple, à 3 centimètres au-dessus du bord supérieur du pubis, son point inférieur représenté par l'orifice vésical est à 1 ou 2 centimètres au-dessous de ce même bord. C'est là, la disposition typique, idéale, celle que recherche l'opérateur lorsqu'incisant la vessie aussi près que possible du col vésical, suivant la recommandation de M. Poncet, il cherche à créer un canal muqueux ayant une certaine longueur.

Nous avons eu des exceptions, mais nous répétons que cette direction est de beaucoup la plus fréquente.

Le calibre de l'urètre contre nature est variable; quelquefois les dimensions sont identiques dans toute la longueur, mais, dans la majorité des faits, on constate dans son intérieur un ou plusieurs rétrécissements. Le point rétréci le plus important à connaître est le méat hypogastrique proprement dit, c'est-à-dire l'orifice cutané du nouveau canal. A son niveau, on constate presque toujours un rétrécissement marqué; la sonde franchit péniblement cette sorte de détroit de quelques millimètres, puis dès lors progresse assez facilement jusque dans la vessie. Nous admettons également, après l'étude de nos observations, que le méat cutané est toujours entouré d'un anneau cicatri-

ciel très développé et, remarque importante, d'autant plus développé que l'anneau péricanaliculaire l'était davantage ; ce sont deux dispositions qui vont ordinairement ensemble. Ce méat hypogastrique affecte différentes formes : méat à fleur de peau, méat en entonnoir, méat à forme intermédiaire (Bouan, th. Lyon 1892). La forme la plus intéressante, à coup sûr, est la première ; elle coexiste souvent avec un anneau circumméatique fort épais ; la forme en entonnoir coïncide, au contraire, avec un anneau peu développé.

La longueur du canal hypogastrique a été l'objet de nos recherches minutieuses et voici nos résultats : cette longueur atteint parfois 8 centimètres, mais c'est une exception ; fréquemment elle est de 3 à 5 centimètres, parfois réduite à 2 centimètres et devient nulle dans quelques cas exceptionnels, comme nous avons déjà eu l'occasion de le signaler. Il ressort de nos 34 observations que, après la cystostomie, un véritable urètre contre nature se forme dans la région hypogastrique. Ce conduit a de la tendance constante à s'allonger au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la date de la cystostomie, probablement par une sorte d'allongement des tissus fibreux périphériques, peut-être aussi, suivant nos remarques, par une invagination progressive de la paroi antérieure de la vessie à travers les plans de la paroi abdominale.

Quoi qu'il en soit de cette explication, on constate chez les anciens cystostomisés une rétraction vésicale, amenant une diminution manifeste et progressive de la capacité vésicale.

Mais, comme les autres auteurs, nous croyons que cette rétraction est consécutive à l'incontinence et nullement la cause de cette incontinence, au moins dans la grande majorité des observations. En effet, chez les continents, la rétraction vésicale est parfois nulle et toujours peu marquée ; chez les incontinents, au contraire, la rétraction vésicale est souvent si prononcée que le réservoir disparaît à peu près complètement. Nos autopsies, au nombre de cinq, confirment pleinement ces conclusions.

Quant à la prostate, elle est toujours énorme, souvent comparable à un utérus fibromateux. Lagoutte avait fait remarquer que c'était justement cette hypertrophie prostatique qui assurait la persistance du méat hypogastrique, en rendant impossible le retour à la miction urétrale. Nos observations ne font que confirmer la justesse de cette remarque. La nature, pour ainsi dire, fait une sélection chez les cystostomisés, guérissant ceux qui peuvent encore accomplir la miction normale, donnant au contraire à ceux qui ont un urètre impropre à la fonction, une soupape de sûreté qui est le méat hypogastrique.

Se forme-t-il parfois un véritable sphincter musculaire autour du méat hypogastrique ? Nous restons dans le doute, n'ayant pas de preuves décisives. Dans quelques cas, les muscles grands droits forment deux sangles autour de l'orifice, mais nous n'avons trouvé cette disposition qu'une seule fois sur trente-quatre observations. C'est donc un fait qui paraît exceptionnel.

Au point de vue de la nouvelle fonction, les cystostomisés peuvent être divisés en : 1° continents ; 2° incontinents ; 3° continents partiels.

Il nous semble que les incontinents peuvent être classés de la façon suivante :

a) Incontinence passagère du début ;

b) Incontinence définitive persistant malgré l'opérateur ;

c) Incontinence définitive établie par le chirurgien dans un but déterminé.

Nous rangeons dans les incontinents, les sujets qui n'ont pas de miction. Ces malades sont au nombre de treize sur trente-quatre observations.

Les continents partiels ou incontinents partiels seront, pour nous, les malades qui ont des mictions, mais qui perdent une partie de leurs urines dans l'intervalle des mictions. Cette catégorie comprend tous les cas intermédiaires et par conséquent englobe de nombreuses variétés dans la fonction. Nous adopterons les types suivants, afin de fixer les idées :

a) Les malades continents ou incontinents suivant les moments, la position, etc. ;

b) Les incontinents tardifs par rétraction vésicale (plutôt théorique) ;

c) Les faux incontinents qui ont des mictions fréquentes par cystite, etc. ;

d) Les continents partiels les plus fréquents qui ont une période de continence plus ou moins longue (une demi-heure ou une heure environ) suivie d'une période d'incontinence ;

e) Les malades ordinairement continents qui voient momentanément leur urètre contre nature entrer en fonction et jouer le rôle d'une soupape de sûreté, à la suite d'un accès de rétention qui obstrue l'urètre.

Tous ces malades sont au nombre de sept sur trente-quatre.

Nous arrivons enfin à la catégorie la plus intéressante, aux malades continents. Nous posons, en principe, que la continence existe assez fréquemment ; cette affirmation nous paraît nécessaire en présence des doutes qui ont été émis par des chirurgiens autorisés. Les continents que nous avons vus sont au nombre de quatorze sur trente-quatre et affectent les types suivants :

a) Les continents qui urinent ordinairement par la verge, tout en gardant un méat hypogastrique perméable.

b) Les continents qui urinent, en partie par la verge, en partie par le méat hypogastrique.

c) Les continents qui ont des mictions complètement hypogastriques. Les uns ont des mictions spontanées ; les autres satisfont à la miction par le moyen d'une sonde hypogastrique rigide.

Chez ces malades, il est souvent nécessaire de maintenir la miction par une dilatation bien conduite du canal hypogastrique. Pour nous, la continence existe, environ, dans le tiers des cas.

Les malades sont heureux de vivre, peuvent reprendre la vie habituelle, exempts des anciennes difficultés de miction et des accidents urinaires qui les guettaient à chaque instant. Nous citerons, à ce point de vue, une magnifique observation (V. *Lyon médical* 1897) d'un malade qui urinait toutes les 3 heures et dont le jet urinaire hypogastrique atteignait pendant plus de 4 ans une longueur de 80 centimètres à un mètre.

Quelle est l'influence des dispositions anatomiques au point de vue de la fonction ? Après avoir comparé soigneusement de nombreux malades, nous sommes arrivés à la conclusion qu'indiquait déjà M. Poncet dès 1894 : la fonction n'est pas dépendante, en général, de telle ou telle disposition spéciale, mais plutôt de l'ensemble des dispositions anatomiques nouvelles, parmi lesquelles nous rangeons, suivant leur ordre d'importance, la longueur du nouvel urètre, son calibre, la présence d'un anneau fibreux péricanaliculaire surtout au pourtour du méat, la résistance des muscles droits, la présence de valvules dans l'intérieur du néo-canal. Volontiers, nous ferions jouer le rôle essentiel à la longueur de l'urètre nouveau et à sa constitution anatomique, en ajoutant, en dernier lieu, que ces conditions nous paraissent absolument nécessaires pour assurer la continence, mais ne sont pas toujours suffisantes puisqu'elles peuvent exister, rarement il est vrai, chez des incontinents partiels.

On a dit que le chirurgien pouvait, à son gré, produire la continence par des manœuvres opératoires spéciales. Certes, nous ne

voulons pas nier qu'il puisse y aider en essayant, par exemple, d'obtenir un canal d'une certaine longueur, comme le conseille notre maître M. Poncet. Mais il faut se garder de toute exagération. Si l'on réfléchit que les cystostomisés sont, la plupart du temps, des malades très infectés avec urines purulentes, toujours âgés, souvent opérés *in extremis*, on comprendra combien il sera difficile au chirurgien d'établir ce canal rêvé, idéal, avec un sphincter authentique et résistant. Nous croyons qu'il y a plus souvent à perdre qu'à gagner dans la complication opératoire de la cystostomie et nous préférons un manuel simple, aussi rapide que possible, à un manuel opératoire plus ambitieux mais plus dangereux. En somme, le chirurgien n'est maître de la fonction qu'il crée que dans des limites très restreintes, et il doit toujours sauver la vie du malade avant de penser à la fonction. Les procédés opératoires qui ont été préconisés n'ont pas tenu, d'ailleurs, les promesses trompeuses qui avaient été faites.

Comment peut-on parer à l'incontinence du cystostomisé? Nous avons à Lyon un appareil qui semble réunir tous les progrès désirés. Toujours l'urine est bien maintenue par cet instrument construit dans la maison Lafay, mais à deux conditions indispensables : tout d'abord, il faut maintenir une grande propreté et pour cela avoir, au besoin, deux appareils à sa disposition. Ensuite, il faudra changer fréquemment la rondelle de caoutchouc pneumatique appliquée sur la peau. Nous renvoyons à notre thèse prochaine pour des détails plus étendus ; mais d'ores et déjà, nous dirons que nous connaissons de nombreux malades qui peuvent ainsi vivre, aller au théâtre, voyager à Rome ou faire un métier parfois pénible, malgré leur incontinence. Ils doivent ce bienfait à leur appareil perfectionné. En résumé, les incontinents ne sont pas du tout, comme on l'a soutenu à tort, des individus retranchés de la société. Leur situation est, certes, moins bonne que celle des continents, mais elle est parfaitement supportable et compatible avec la vie et les devoirs sociaux des vieillards cystostomisés : nous ajouterons même qu'elle est préférable à la position des vieux prostatiques non cystostomisés ; c'est là notre conviction et nous l'appuyons sur l'examen et le récit de nos malades, qui ont bien le droit d'être consultés, comme le pense M. Guillemot (de Thiers).

M. le Dr Etienne ROLLET

Agrégé à la Faculté de médecine, Chirurgien des Hôpitaux de Lyon.

DES SUPPURATIONS ORBITAIRES CONSÉCUTIVES AUX SINUSITES MAXILLAIRES [617.23]

— Séance du 9 août 1897 —

Dans un article, paru en 1896 dans le *Lyon médical* sur l'étiologie des ostéites de l'orbite, nous avons montré combien est fréquente ou méconnue l'origine sinusienne des inflammations orbitaires. Nous désirons aujourd'hui parler des suppurations orbitaires causées par l'inflammation du sinus maxillaire. Notre élève et ami, M. le Dr Riolacci (de Saint-Etienne), a, tout récemment dans sa thèse inaugurale, fait remarquer que cette notion étiologique n'était encore connue que d'après un petit nombre de cas publiés ; M. Garel, nous dit-il, qui a traité une centaine de cas d'empyème du sinus maxillaire, n'a jamais eu son attention attirée du côté des yeux par un symptôme quelconque.

Il faut savoir que maintes fois on a publié des observations d'ostéites du plancher de l'orbite, ostéites que l'on rapportait à une cause générale ou spontanée, c'était à une époque où l'on négligeait l'examen méthodique du sinus maxillaire. C'est cependant là que, bien souvent, on pourra noter le début d'une inflammation qui aboutit à une suppuration orbitaire avec évolution soit marginale, soit rétro-oculaire.

Dans ces cas, l'infection des parties molles de l'orbite est consécutive à une ostéopériostite du plancher orbitaire. On sait que la paroi supérieure du sinus est très mince et, comme elle présente, en outre, souvent des lacunes ou déhiscences, on comprend avec quelle facilité un processus pathologique puisse se propager du sinus dans l'orbite. Ce n'est donc que très exceptionnellement que l'on pourra invoquer l'infection de l'orbite par voie lymphatique (Pagenstecher), ou par voie veineuse (Gaillard).

L'ostéopériostite du plancher de l'orbite revêt généralement une forme aiguë : on observe des symptômes généraux, fièvre avec frissons, abattement, des signes locaux caractéristiques, douleurs à la pression sur le rebord orbitaire, douleurs spontanées dans le domaine du nerf sous-orbitaire, rougeur érysipélateuse des paupières et de la joue, chémosis, exophtalmie....

Une petite tuméfaction se forme à la partie inférieure ou interne de l'orbite, s'abcède bientôt. Par l'orifice fistuleux s'échappent du pus, des masses caséiformes et de petits séquestres.

D'autres fois, il s'agit d'une ostéopériostite à forme chronique, ce sont les signes d'un phelgmon orbitaire ou oculaire, à marche insidieuse, des lésions ophtalmoscopiques du nerf optique qui attirent l'attention et commandent l'examen du sinus maxillaire.

Le diagnostic peut être difficile, on songe à un érysipèle, à un abcès, à une névralgie dentaire, on peut méconnaître l'origine exacte de l'inflammation, si l'on oublie l'examen du sinus et des fosses nasales.

On ne confondra pas ces ostéites symptomatiques avec les ostéites tuberculeuses ou les sarcomes, quoique les produits évacués, même au moment d'une intervention sanglante, puissent, au premier abord, prêter à l'erreur. Il faut se rappeler, et j'insiste sur ce fait, qu'au pus inflammatoire et banal que l'on évacue par le bistouri et la gouge, est mélangée une sécrétion assez particulière au sinus maxillaire. Cette sécrétion consiste en des masses caséeuses, concrétées, d'une odeur extrêmement fétide que l'on retrouve, par exemple, dans l'affection bien décrite dans les classiques sous le nom de coryza caséeux.

Ces lésions, dont nous parlons, sont généralement très graves. C'est la mort par suite d'abcès cérébral (Panas) ou de méningite (Mendel), c'est la cécité suite de phlegmon oculaire (Brunschwig) ou d'atrophie optique (Gaine, Salter).

En conséquence, en cas de suppuration orbitaire, songeons à la sinusite maxillaire ; si elle est reconnue, il convient d'appliquer immédiatement un traitement rationnel qui, institué de bonne heure, assure la guérison.

Nous rapportons ici deux observations, l'une nous a été communiquée par MM. Pollosson et Tixier, l'autre nous est personnelle. Ces deux observations nous montrent deux interventions sanglantes qui, chacune, ont leur indication.

S'il existe une vaste perte de substance (obs. I) faisant largement communiquer l'orbite et le sinus maxillaire, on utilisera

l'orifice pathologique pour curetter le sinus et faire un drainage vertical, transinusique, au moyen d'une 2e ouverture artificielle, inférieure et alvéolaire.

Si l'abcès orbitaire n'est pas fistuleux (obs. II), on peut se contenter de le drainer par la partie inférieure, c'est-à-dire d'ouvrir largement le sinus par le vestibule buccal.

En somme, intervenir largement par une ou deux ouvertures et considérer qu'un drainage alvéolaire dans ces cas graves est insuffisant.

Voici nos deux observations résumées :

OBSERVATION I

Marie Ch., âgée de 28 ans. Bonne santé antérieure. Réglée à 15 ans, mariée à 24 ans, deux enfants bien portants, le dernier âgé seulement de 2 mois.

Au moment du dernier accouchement, la malade a ressenti un violent mal de dents au niveau des molaires supérieures droites, 4 jours après érysipèle localisé au côté droit de la face. La douleur était intense, le gonflement énorme. Une fistule se forma dans la région sous-orbitaire interne, il s'échappa une grande quantité de pus sanguinolent et nauséabond. Depuis, le pus a continué à sourdre chaque jour et il est sorti, à plusieurs reprises différentes, de petits séquestres. En outre, du pus s'échappe par le nez.

2 décembre 1895. On constate une inflammation œdémateuse sur tout le pourtour du globe oculaire qui est refoulé en avant et en dehors. Les paupières sont bouffies ; 2 trajets fistuleux d'où s'échappent des masses fongueuses. La pression est très douloureuse à la partie antérieure du sinus maxillaire. La vision est considérablement diminuée. Les doigts sont à peine distingués, le papille a blanchi.

M. Rollet enlève la 2e molaire supérieure, et par l'alvéole perforée et dilatée s'échappe du pus. Par l'incision des fistules supérieures, le doigt introduit permet de constater une vaste ulcération et perforation de presque tout le plancher de l'orbite. Par cet orifice pathologique, curettage du sinus maxillaire, il sort des masses caséiformes très fétides. Drainage transinusique, et les jours suivants lavages quotidiens avec des solutions de sublimé ou de permanganate de potasse.

Dix jours après, le drainage transinusique est remplacé par un drainage inférieur seulement à l'aide d'une sonde vésicale de Pezzer.

La malade, à qui on a écrit en mai 1897, était en parfaite santé.

OBSERVATION II

Maria G., du Pont-de-Beauvoisin, âgée de 14 ans. Début de son affection, 3 mois avant l'intervention qui fut pratiquée le 31 mai 1896.

Pendant les premiers jours, douleurs de névralgie faciale atroces, avec

fièvre. La malade gardait le lit. Au bout de 12 jours, apparition d'un écoulement purulent par le nez, surtout abondant la nuit. La joue enfla rapidement et un dentiste à ce moment enleva une dent.

Au moment de l'opération, le maxillaire entier était comme soufflé, il soulevait la joue qui était grosse et rouge. La voûte palatine était abaissée, déformée; du côté de l'orbite on percevait nettement une tuméfaction mollasse qui en soulevait le plancher. Il y avait de l'œdème de la paupière, de la rougeur de l'angle interne de l'œil avec épiphora.

Une ponction à la seringue de Pravaz ne ramena que du sang. On se décida alors à faire une brèche dans la paroi externe du sinus qui fut faite très largement. Il sortit une grande quantité de matières caséeuses, épaisses, ressemblant à des détritus de sarcome encéphaloïde, de telle sorte que, même alors, on eut des doutes sur la nature inflammatoire de l'affection. Ce ne fut que lorsqu'on eut curetté franchement le sinus, qu'on fut sûr d'être en présence d'un empyème du sinus.

Suites normales; la fistule buccale persista très longtemps. Aujourd'hui (juillet 1897), la malade a un excellent état général, elle se plaint seulement de névralgie faciale quand la température se refroidit.

M. le Dr M. BILHAUT

A Paris.

TRAITEMENT DE LA GIBBOSITÉ DU MAL DE POTT

— *Séance du 11 août 1897* —

Depuis le 9 février 1897, j'ai mis en pratique le traitement du docteur Calot, et depuis six mois, j'ai acquis sur certains points une expérience qui me permet de formuler les indications et les contre-indications de la méthode de redressement, appliquée au mal de Pott.

J'ai examiné, avec le plus grand soin, cent malades atteints de gibbosité angulaire. Dans cette série, j'ai trouvé les cas les plus variés, les plus dissemblables, au point de vue de l'âge du malade,

de la date du début de la maladie, de l'évolution de la gibbosité et des complications qu'elle entraîne le plus ordinairement. Aussi, dans un tel désordre, il me paraît indispensable de classer les sujets par âge, ancienneté du mal, nature des complications directes du traitement. Chacune de ces divisions principales doit comporter des sous-titres ou subdivisions. C'est ainsi que pour l'âge il faut établir une distinction complète entre les enfants, les adolescents et les adultes. Pour la date de début, il faut noter les premiers symptômes, douleurs, rigidité du tronc, anhélation, et finalement apparition de la gibbosité. Pour les complications, il m'a fallu tenir compte des troubles de la sensibilité, de la motilité, des paralysies des sphincters, des troubles trophiques et des abcès. Pour ces derniers, il est de toute nécessité de les diviser en abcès non ouverts et en foyers fistuleux.

Il se dégage de l'ensemble de mes recherches que les enfants et les adolescents sont particulièrement exposés aux déviations graves, aux grosses gibbosités, aux abcès et aux paralysies.

Quand le mal débute chez l'adolescent, vers l'âge de 15 ans, par exemple, la gibbosité du mal de Pott peut devenir très accentuée, mais je l'ai vue en général moins étendue que chez les jeunes sujets.

De 18 à 25 ans, la gibbosité est le plus ordinairement peu marquée, l'angle formé par les apophyses épineuses est peu saillant. Le phénomène dominant est le défaut d'allongement de la taille. Il semble que les vertèbres se soient tassées ; je crois plutôt que c'est à la disparition des disques intervertébraux, qu'il faut rattacher cet état. Ces organes se réduisent, s'atrophient et finissent par disparaître, sous l'influence de la contracture musculaire qui ne manque jamais de se produire au voisinage des ostéo-arthrites chroniques.

Chez l'adulte, la gibbosité angulaire est très rare ; la destruction d'un ou de plusieurs corps vertébraux n'empêche pas le malade de conserver la rectitude du tronc. Il est vrai que la rigidité de la région malade est très manifeste et que le maintien en attitude droite est le fait de la contracture des muscles, jusqu'à ce que les ligaments passifs se soient adaptés à des fonctions nouvelles et que les os eux-mêmes aient subi, suivant la loi de Wolff, les modifications en rapport avec leurs usages nouveaux.

Chez les enfants, les abcès sont plus fréquents qu'à tout autre âge ; je parle des abcès apparents, et que l'on peut trouver soit au voisinage du pharynx, soit le long des gouttières vertébrales, soit à l'arcade crurale, soit encore à la cuisse, à la fesse ou à la région anale. Néanmoins, j'ai constaté que chez les deux tiers des sujets, les abcès

par congestion faisaient défaut ou tout au moins ne pouvaient être reconnus.

Avec l'âge ils deviennent de plus en plus rares. Il m'a paru que chez les malades bien soignés, c'est-à-dire soumis au repos absolu, ou à l'extension continue bien faite, ils avaient souvent tendance à disparaître spontanément. Dans quelques cas l'immobilisation et l'extension restent impuissantes et si l'on n'intervient à temps, ils s'ouvrent spontanément et donnent lieu à des fistules très longues à se fermer.

Je n'ai trouvé qu'une seule fois des abcès chez l'adulte, bien que j'en aie eu huit à observer.

La paralysie, assez fréquente chez l'enfant, frappe surtout les membres inférieurs. Je n'ai vu qu'en un seul cas, la paralysie atteindre à la fois les membres thoraciques et les membres abdominaux. Souvent elle est transitoire et ce n'est qu'exceptionnellement qu'elle est définitive. La paralysie avec contracture guérit à peu près sûrement, mais il faut faire des réserves, au point de vue du pronostic, sur la paralysie flasque survenant au cours du mal de Pott.

Chez l'adulte j'ai trouvé dans presque tous les cas des signes très manifestes d'épilepsie spinale pendant l'évolution du mal vertébral. Elle se produit particulièrement dans la station debout ou dès que le malade veut faire des mouvements nécessitant un effort marqué. On voit alors apparaître la trémulation épileptoïde, du côté des muscles abdominaux situés au-dessous de la lésion, et sur toute l'étendue du membre inférieur. Avec la guérison, ces troubles disparaissent.

On ne saurait dénier à la gibbosité les conditions spéciales qu'elle crée pour l'organisme. Si parfois la paralysie est le résultat d'une inoculation des méninges spinales par le bacille pathogène, si d'autres fois, elle reconnaît comme facteur la destruction partielle ou totale d'un segment de moelle, il n'en est pas moins vrai que dans bon nombre de cas, il s'agit tout simplement d'une compression que le redressement fait disparaître en peu de temps. De là la nécessité de s'opposer à la production de la gibbosité, ou de la corriger une fois produite.

De même que dans les formes graves de la coxalgie nous voyons évoluer de pair la douleur, les abcès, la luxation pathologique, de même nous voyons, dans cette même maladie, le plus communément le mal se limiter, les douleurs disparaître, les abcès avorter, la guérison survenir, sous l'influence de l'immobilisation ou de l'extension continue. Pour la coxalgie, une indication se présente tout d'abord, urgente au premier chef: placer le membre dans une bonne attitude et l'y maintenir.

Pourquoi cette indication, vraie quand il s'agit encore des tumeurs blanches du genou, du cou-de-pied, serait-elle négligeable quand il s'agit de la tumeur blanche du rachis ? Est-ce quand la paralysie est à ce point menaçante qu'on doit se départir de toute prudence ? Est-ce en face d'une maladie qui, surtout dans l'enfance, produit de tels désordres dans le thorax, dans les viscères qu'il contient, et dans les organes abdominaux qu'il déplace, qu'il comprime, dont il altère les fonctions, que l'on doit désarmer ?

Ce sont des lois générales de thérapeutique qu'il faut appliquer à toutes les tumeurs blanches. Elles se formulent ainsi : maintien en bonne attitude, correction de la déviation lorsqu'elle s'est déjà produite, maintien de la correction soit par l'immobilisation, soit par l'extension, et mieux encore par l'immobilisation et l'extension combinées.

A mon sens, la gibbosité pottique devra être combattue par tous les moyens dont nous pouvons disposer, mais c'est surtout au début du mal de Pott que l'effort sera le plus utile et suivi de la plus grande somme de succès. Mais il ne faut pas s'y méprendre, le traitement en sera long, patient, et nul ne peut dire utilement le délai qu'il peut comporter. Si après une simple arthrite du genou nous avons souvent les plus grandes peines à nous rendre compte du degré d'ankylose survenue et surtout de la nature fibreuse ou osseuse de l'ankylose, la difficulté est encore notablement accrue quand il s'agit du rachis. L'ankylose en bonne attitude est un des meilleurs modes de guérison de la carie vertébrale ; or, jusqu'à présent la seule exploration clinique est bien imparfaite pour nous renseigner efficacement. J'espère que la radiographie faite en prenant sous des angles divers le segment du rachis altéré nous donnera de meilleures indications. Je dirige mes recherches dans ce sens, mais les résultats obtenus jusqu'à ce jour, bien qu'encourageants, ne sont pas encore assez nombreux pour être l'objet d'une juste appréciation. C'est ce moyen nouveau d'exploration qui démontrera la faculté de réparation des corps vertébraux, c'est elle qui par ses indications fixera les limites du traitement par l'immobilisation. C'est elle aussi qui pourra nous éclairer sur la nécessité de la continuation du traitement.

Avec la retentissante communication du docteur Calot à l'Académie de médecine et les communications complémentaires des docteur Chipault et Ménard, la question de redressement dans le mal de Pott est devenue brûlante d'intérêt. Je n'ai pas à revenir ici sur ces travaux, pas plus que sur une intéressante monographie du docteur Vincent, de Lyon, ni sur les articles que j'ai publiés dans la

Revue médicale, l'*Indépendance médicale* et mes Annales de chirurgie et d'orthopédie.

J'ai poursuivi avec persévérance mes recherches sur le mal de Pott et j'estime que dans le traitement de cette affection on a réalisé de grands progrès. Je dois vous dire d'abord, qu'aucune méthode ne doit être exclusivement suivie et que celle de Calot, comme celle de Chipault doit comporter sa part de critique, ses indications et ses contre-indications.

Les deux méthodes ont un point commun : guérir le mal de Pott sans gibbosité. De là, pour Calot, une manœuvre de redressement sous le chloroforme, suivie d'application d'un corset plâtré avec minerve ; Chipault réduit les gibbosités facilement réductibles, fait la ligature des apophyses épineuses et se contente d'un simple corset plâtré sans minerve.

Calot redoutant la compression de la peau entre les aphophyses épineuses, d'une part, et le corset plâtré, d'autre part, résèque en partie les dites apophyses, du même coup il affaiblit ou supprime au niveau de sa section le ligament interépineux qui constitue un sérieux élément de solidité pour ce rachis.

Chipault se refuse absolument au redressement forcé, brusque, aux grosses pressions, aux allongements nécessitant le déploiement d'une force considérable et l'utilisation d'aides nombreux. Il abandonne ainsi à elles-mêmes un certain nombre de gibbosités.

Je crois qu'il est facile de concilier les deux méthodes, et pour moi qui ai soumis au redressement les bosses les plus considérables, j'ai été parfois frappé de la facilité avec laquelle elles se réduisent sous le chloroforme. Je citerai entre autres, comme presque phénoménal, le redressement d'une petite fille dont voici l'observation résumée :

Obs. — Petite fille H..., âgée de 10 ans 1/2, atteinte de mal de Pott depuis six ans. 12 apophyses épineuses sont comprises dans la formation de sa bosse. Diamètre antéro-postérieur, $0^m,26$. Diamètre transversal $0^m,24$. Taille $0^m,94$.

Le 4 mai 1897 je l'anesthésie et la soumets à l'allongement simple, puis à l'allongement combiné avec la pression. J'obtiens une réduction très considérable de la bosse. Je résèque les apophyses épineuses saillantes et j'immobilise dans un grand appareil plâtré, avec minerve. Les suites sont des plus simples.

Le 29 juin, je reprends de nouveau la taille de la malade, elle atteint $1^m,16$. L'accroissement, par le fait de l'opération, a donc été de 22 centimètres.

Il ne faut donc pas être exclusif dans le choix des malades à redresser, et j'estime qu'avant tout, il faut essayer, sous le chloroforme, à

diverses reprises, si on le juge utile, jusqu'à quel point on peut obtenir la correction.

Pour ce qui est de la section des apophyses épineuses, on n'y doit recourir que dans certaines conditions et d'une certaine manière. Quand la gibbosité est réellement considérable, on doit faire une section *sous-periostée* en conservant intégralement le ligament interépineux. Si on a soin de décortiquer en quelque sorte les apophyses épineuses, avec la rugine d'Ollier, on conserve le périoste utile comme agent de régénération des parcelles osseuses destinées à assurer au ligament interépineux un élément de soutien et de solidité.

Certaines régions sont difficiles à fixer, après la réduction, ce sont les régions cervicale et lombaire. La minerve la mieux faite est souvent insuffisante pour le mal vertébral haut situé. Aux lombes, le corset n'assure pas assez de fixité, à moins d'immobiliser à la fois les membres inférieurs. Dans ces deux cas, la ligature des apophyses épineuses devient d'une utilité incontestable. Mais, comme il est nécessaire qu'elle s'applique sur des vertèbres en bonne attitude j'ajoute au procédé de Chipault cette indication qui m'est personnelle. Dans un premier temps, redressement sous le chloroforme et immobilisation dans le plâtre. Au bout d'une dizaine de jours enlèvement du corset et ligature métallique des apophyses épineuses. Quand j'ai terminé cette ligature, je fais à ciel ouvert l'épreuve de la solidité en exerçant sous la région malade une pression capable de reproduire la gibbosité. Le maintien de la réduction m'indique avec certitude le fruit de mes efforts.

Dans les nombreuses observations que j'ai recueillies, j'ai constaté que le traitement consistant dans la simple application du corset de Sayre, dans l'immobilisation dans la gouttière de Bonnet, ou dans l'extension avec les poids aboutissait très souvent, hélas! à des gibbosités énormes. Il faut en accuser le vice du début du traitement, l'*absence d'efforts pour corriger la bosse naissante*. Il faut faire de même une large part à la lassitude des parents, dans la continuation d'un traitement de longue haleine, lassitude contre laquelle nous autres mdédecins ne protestions pas avec assez d'énergie, n'ayant pas la foi dans le succès. Il faut en outre incriminer la mauvaise direction du traitement, l'obstination à conseiller une extension continue mal tolérée, mal faite, là où l'immobilisation eût été préférable. L'entêtement à faire de l'immobilisation, quand elle est pratiquement impossible ou nuisible, par exemple quand il y a des abcès, des troubles inflammatoires de la peau, des escarres, etc.

Il faut surtout s'en prendre à la marche, que l'on a permise dans

des conditions particulièrement défavorables, au lieu de conseiller au moins un repos au lit, dans des conditions hygiéniques spéciales.

De ce qui précède et surtout des nombreuses observations que je ne pourrais citer dans ce travail il me paraît résulter à titre de conclusions :

Que le traitement du mal de Pott reconnaît deux grandes indications : éviter l'apparition de la bosse, la corriger si elle s'est produite.

Le traitement ne devra jamais être différé, la moindre perte de temps pouvant causer des désastres, d'autant plus difficilement réparables qu'ils sont plus étendus.

Au début, on aura recours à l'immobilisation et à l'extension continue. Grâce à l'application, pendant l'allongement, aussi complet que possible du tronc et de la tête, d'un corset plâtré prenant bien les hanches et se terminant par une minerve, on réalisera à la fois l'immobilisation et l'extension continue.

Dans les gibbosités accentuées, on tentera la réduction pendant l'anesthésie chloroformique en procédant, avec assez de mesure, assez de persévérance et de continuité dans l'effort, pour se rendre compte du degré de réductibilité.

On ne fera jamais de *redressement brusque*, il est de beaucoup préférable de procéder par étapes successives, quand la bosse est déjà ancienne et que la correction demande une élongation importante, non seulement du rachis, mais de tous les éléments qui se trouvent dans le segment compris entre les deux points extrêmes de la gibbosité.

S'il semble nécessaire de préserver la peau contre les eschares que produirait la saillie de l'épine, on aura recours à la section sous-périostée des apophyses épineuses; on conservera ainsi le ligament interépineux qu'il est nécessaire de ménager.

Dans les régions difficiles à fixer, comme le cou, les lombes, chez les sujets turbulents, agités, chez les jeunes adultes dont la construction du plâtre est plus difficile, la réduction de la bosse fera l'objet d'une opération préliminaire que l'on complétera à quelques jours d'intervalle par la ligature métallique temporaire des apophyses épineuses.

Chez les adultes atteints de mal de Pott et non prédisposés par leur âge à la gibbosité en angle, on se bornera à l'immobilisation en bonne attitude.

Chez les sujets chétifs, à grosses gibbosités, compliquées de lésions graves des viscères, de dégénérescence amyloïde du foie, des reins, d'abcès ossifluent avec leurs fistules, il faut voir, dans ces états

autant de contre-indications formelles aux manœuvres de redressement.

Le traitement sera de longue durée ; il ne devra comporter aucune interruption dans le maintien en bonne attitude et chaque appareil devra être parfaitement appliqué.

On ne permettra au malade de reprendre la marche, les exercices légers, qu'au moment où la consolidation sera assurée soit par l'ankylose de l'arc postérieur, soit par la reconstitution des corps vertébraux avec ou sans soudure. C'est alors que la radiographie pourra être utilisée ; elle pourra fournir aussi des indications très précieuses concernant la possibilité de supprimer définitivement les appareils de contention.

M. CÉNAS

Médecin de l'Hôtel-Dieu de Saint-Etienne.

TRAITEMENT DE L'EMPYÈME INTERLOBAIRE ENKYSTÉ, ASSOCIÉ A UN EMPYÈME DE LA GRANDE CAVITÉ. APPAREIL DE REVILLIOD. [616.25]

— *Séance du 11 août 1897* —

L'empyème de la grande cavité pleurale peut s'accompagner d'un empyème enkysté de l'espace interlobaire, et cette dernière localisation, encore plus facilement méconnue que lorsqu'elle existe seule, retarder indéfiniment la guérison. Cependant une intervention très simple, inoffensive, suffirait pour évacuer la collection purulente interlobaire et assurer sa guérison, en même temps que celle de la pleurésie de la grande cavité. Elle consiste, une fois la coexistence des deux localisations diagnostiquée ou seulement soupçonnée, à introduire au travers de l'orifice résultant de la pleurotomie classique, une grosse sonde urethrale ou une petite sonde œsophagienne

et, se guidant sur la topographie des scissures interlobaires, la diriger vers la jonction des scissures oblique et horizontale. La membrane qui agglutine les deux lobes pulmonaires et établit une cloison entre la grande cavité pleurale et l'espace interlobaire, est fort mince au début : une légère pression sur la sonde, à peine ressentie par le malade, suffit pour la perforer, pour introduire l'extrémité de la sonde dans l'espace interlobaire et provoquer l'évacuation du pus. La collection purulente se trouve ainsi ouverte et drainée à la fois ; il ne reste qu'à sectionner la sonde au niveau de la plaie intercostale et à l'adapter à l'appareil aspirateur de Revilliod (de Genève).

L'empyème interlobaire guérit souvent spontanément par vomique, mais cette terminaison heureuse est loin d'être constante : beaucoup de guérisons sont très lentes et certains cas de « phtisie guérie » pourraient fort bien n'être que des cas d'empyème interlobaire méconnu, ayant déterminé une cachexie prolongée. « Même dans les cas favorables, écrit M. Bouveret (1), le plus souvent la rémission qui suit la première vomique n'est pas de longue durée ; la fièvre reparaît avec des allures de fièvre hectique. Après bien des alternatives d'aggravation et d'amélioration, la fièvre tombe, l'expectoration cesse, les troubles digestifs disparaissent et le malade finit par guérir. Dans d'autres cas, le travail de réparation fait entièrement défaut : la fièvre persiste, il ne survient aucune amélioration durable, le patient maigrit, perd ses forces, il succombe au bout de quelques semaines ou de quelques mois, lentement épuisé par une interminable suppuration. » La même opinion est exprimée en termes aussi formels par MM. G. Sée (2), Debove et Courtois-Suffit (3).

Il faut, en effet, intervenir chirurgicalement dès le début, aussi bien dans l'empyème interlobaire que dans l'empyème de la grande cavité. Mais à propos de la pleurésie interlobaire on se montre en général fort hésitant, on craint que les résultats de l'intervention ne soient pas proportionnés à son importance, les interventions tentées jusqu'à ce jour exigeant de graves délabrements, la résection de plusieurs côtes et la pneumotomie. « L'adhérence des bords de la scissure, dit M. Terrier (4), fait que le parenchyme pulmonaire enveloppe de toutes parts la collection, et pour ouvrir celle-ci, on a jusqu'à présent toujours intéressé le poumon et pratiqué une véritable

(1) Bouveret. — *Traité de l'empyème*, p. 542.
(2) G. Sée. — *Traité des maladies simples des poumons*, p. 513.
(3) Debove et Courtois-Suffit. — *Traitement des pleurésies purulentes*, p. 209 et 212.
(4) Terrier. — *Chirurgie de la plèvre et du poumon*, 1897.

pneumotomie. » Sans doute parce que l'on avait trop compté sur la vomique et que les fausses membranes, friables au début, étaient peu à peu devenues épaisses, résistantes, et avaient solidement soudé les deux lobes pulmonaires, effaçant ainsi jusqu'aux traces de la scissure.

Afin de borner l'intervention à la résection costale et au décollement des bords de la scissure, M. E. Rochard a étudié la topographie des scissures pulmonaires (1). Néanmoins, l'intervention reste assez grave, l'exposé des observations 1 et 2 de M. Rochard le montre suffisamment.

Le procédé que nous avons employé chez deux malades est beaucoup plus simple ; il permet de supprimer jusqu'à la résection costale et de se borner à la pleurotomie. Connaissant la topographie des scissures interlobaires, on arrivera à peu près aussi sûrement sur elles, au travers de l'orifice intercostal créé par la pleurotomie, que si l'on avait pratiqué une large ouverture thoracique. Les recherches de M. Rochard ont montré que la grande scissure oblique du côté droit rencontre 9 fois sur 12 la ligne axillaire médiane au niveau de la face interne de la 5e côte ou des espaces qui la bordent, et que la petite scissure horizontale est surtout en rapport avec la face interne de la 4e côte. Comme le plan de l'espace interlobaire est incliné, à partir du hile du poumon, de dedans en dehors et de haut en bas; la sonde engagée dans l'orifice créé par la pleurotomie classique, par exemple au niveau du 6e espace intercostal, sur la ligne axillaire, devra être dirigée en haut et en dedans, dans la direction du hile du poumon ; elle atteindra facilement le point de jonction des scissures oblique et horizontale. C'est là précisément que l'on rencontre le plus souvent les collections purulentes interlobaires (Bouveret). Si la collection purulente présente un grand volume, le bec de la sonde atteindra son point déclive à peu près au niveau de l'espace intercostal.

Nous n'avons pas eu l'occasion d'utiliser ce procédé dans un cas d'empyème interlobaire du côté gauche (on sait que l'affection siège beaucoup plus fréquemment à droite). L'intervention est d'ailleurs identique : il suffira de se rappeler que la scissure oblique gauche est en rapport avec le 5e espace intercostal, au niveau de la ligne axillaire, et que la 4e côte masque le trajet de la scissure horizontale.

Dans les cas qui nous occupent, le poumon est beaucoup moins rétracté que lorsque le pus occupe seulement la grande cavité pleu-

(1) E. Rochard. — Topographie des scissures interlobaires ; traitement chirurgical de la pleurésie interlobaire. *Gaz des hôp.*, 1892. p. 211 et 281.

rale; les données relatives aux scissures se trouvent donc à peine modifiées.

Comme mode d'exploration, le procédé que nous préconisons a sur la ponction une supériorité incontestable : il est moins dangereux, soit parce que le trocart peut s'infecter en traversant la plèvre, soit parce que la ponction a été fréquemment suivie de mort subite (1). Il est beaucoup plus sûr : le trocart, dans la plupart des cas où l'on a ponctionné le poumon, est tombé à côté de la collection purulente (2). Une sonde en gomme durcie ne pourrait perforer la plèvre viscérale qu'au niveau d'un abcès ou d'un kyste pulmonaires très superficiels, et dans ce cas, l'intervention conserverait toute son efficacité ; la sonde, après avoir servi à l'exploration, assurerait en même temps l'évacuation et le drainage. Enfin, l'opération ne provoque qu'une douleur insignifiante : nos deux malades n'avaient pas été anesthésiés, ce qui eût été dangereux à cause de l'état de leur myocarde, l'intervention n'a duré que quelques minutes et a provoqué immédiatement l'écoulement par la sonde de 200 grammes de pus dans le premier cas, de plus de 500 grammes de pus très fétide dans le second cas.

Le premier malade était atteint d'une pleurésie purulente à streptocoques ; la pleurotomie fut faite 3 semaines après le début, et le drainage interlobaire un mois plus tard. Au bout d'une semaine l'état général, qui jusqu'alors était resté très défectueux, s'était beaucoup amélioré ; le malade sortit complètement guéri 25 jours après la deuxième intervention.

Le second fut observé dès le début ; il entra à l'hôpital pour une pneumonie grippale, occupant les lobes supérieur et moyen. Une première ponction exploratrice, pratiquée dans la grande cavité pleurale, resta négative ; une autre, 20 jours après le début, démontra l'existence d'une pleurésie purulente ; la pleurotomie fut pratiquée le surlendemain et le drainage interlobaire 17 jours plus tard. L'examen bactériologique montra l'existence de streptocoques associés à quelques staphylocoques. Le malade est sorti guéri quatre mois après le début. Il avait présenté, pendant quelques semaines, de fréquentes intermittences du pouls ; quoique la présence de la sonde dans l'espace interlobaire l'ait placé dans des conditions analogues à celles qui ont été provoquées par M. Arloing (3), au moyen d'une sonde cardiographique ou de la constriction du pneu-

(1) Observations de Bristowe, Walis, Cornil et Gibier, Duguet, Mackensie, citées par M. Terrier, *loc. cit.*, p. 76.

(2) V. Rochard, *loc. cit.*, p. 287.

(3) Arloing. — Sur quelques troubles du rythme cardiaque. *Arch. de phys.*, 1894, p. 83 et 163.

mogastrique par une ligature, nous croyons devoir attribuer ces intermittences à la faiblesse du myocarde qui s'est manifestée pendant deux mois par un rythme pendulaire.

Sans doute, les indications de ce procédé sont restreintes : par exemple, son emploi sera rendu difficile lorsque les côtes seront imbriquées ; en outre, lorsqu'on sera en présence d'une pleurésie purulente localisée exclusivement dans l'espace interlobaire, la grande cavité sera mieux protégée contre toute infection si l'on pratique la résection costale suivie d'une suture des feuillets pleuraux. Mais dans les cas semblables aux nôtres, où la grande cavité est déjà infectée, où l'empyème de la grande cavité se complique d'un empyème enkysté de l'espace interlobaire, empêchant le malade de reprendre ses forces, provoquant des accès de fièvre vespérale, dans tous les cas où l'on soupçonnera la coexistence d'un empyème interlobaire, il nous paraît devoir être employé de préférence à tout autre procédé, à cause de son innocuité absolue et de son extrême simplicité qui le met à la portée de tout praticien. Au point de vue opératoire, le cathétérisme chez beaucoup de prostatiques est d'une exécution plus difficile, constitue davantage une chirurgie de hasard, et l'on peut en dire autant de beaucoup de cas de pneumotomie (1). Enfin, en cas d'échec, la résection costale n'aura nullement été compromise et l'on devra y avoir recours.

Si l'on discute encore l'utilité des lavages de la grande cavité pleurale — auxquels on tend de plus en plus à renoncer — on est d'accord pour proscrire tout lavage du traitement de l'empyème interlobaire ; cependant le pus peut être fétide, comme dans un de nos cas, et d'une façon générale, il doit être évacué aussi promptement que possible. L'appareil aspirateur de M. Revilliod (de Genève), modification de l'appareil de Bülau, très employé en Allemagne, nous a été très utile : après avoir perforé, au moyen du thermo-cautère, quelques orifices à l'extrémité de la sonde œsophagienne destinée à drainer l'espace interlobaire, nous l'avons sectionnée au niveau de la plaie intercostale, dans un cas à 17 centimètres, dans l'autre à 22 centimètres de son bec. A l'extrémité libre, nous avons adapté le tube de Revilliod qui nous a procuré ainsi une évacuation immédiate de la secrétion purulente. Comme cet appareil est à peine connu en France, je crois devoir entrer ici dans quelques explications : il se compose essentiellement d'un long tube en caoutchouc, au milieu

(1) V. les obs. de Groubé, Jaymes, Kunier, Kunberg, Gould, Quincke, citées par M. Reclus (*La chirurgie du poumon*, rapport présenté au IXe Congrès de chirurgie 1895). La pneumotomie elle-même ne permit pas de découvrir un foyer purulent qui se vida ensuite spontanément par la plaie pulmonaire, au bout d'un temps plus ou moins long.

duquel se trouve une ampoule destinée à faire l'aspiration. Une autre ampoule, celle-ci en verre, placée près de la paroi thoracique, permet de surveiller l'écoulement du pus, et plus tard de l'emmagasiner lorsque la suppuration devient peu abondante et l'aspiration continue moins utile. Une extrémité du tube est introduite dans la cavité pleurale et tient lieu de drain ; l'autre plonge dans un bocal gradué contenant un liquide antiseptique.

Après avoir soigneusement tamponné la plaie intercostale, tout autour du tube, avec de la gaze iodoformée, il est facile, grâce à l'ampoule en caoutchouc, d'obtenir le vide dans la plèvre et une aspiration continue. Le pus est recueilli dans le bocal et l'on peut suivre la marche de la suppuration.

C'est ainsi, en comparant la quantité de pus évacuée, diminuant de jour en jour, avec la courbe thermique vespérale, ascendante après une période d'apyrexie, que nous avons pu diagnostiquer dans un cas, en l'absence de tout autre signe, l'existence d'une deuxième collection purulente située dans l'espace interlobaire. Le diagnostic est ici particulièrement difficile ; les signes sur lesquels on peut se guider, lorsque l'empyème interlobaire existe seul, sont masqués par la collection purulente de la grande cavité pleurale ou disparaissent après son évacuation par la pleurotomie. L'appareil de Revilliod est donc à la fois, dans ces cas, un instrument de traitement et de diagnostic. Dans la pleurésie purulente de la grande cavité seule, il permet d'espacer les pansements, même au début, alors que la suppuration est très abondante ; il permet aussi de supprimer les lavages intra-pleuraux, tout en assurant une évacuation complète, incessante de la plèvre, et une antisepsie absolue.

MM. ALEZAIS et FRANÇOIS

A Marseille.

LA TENSION ARTÉRIELLE DANS LA FIÈVRE TYPHOÏDE A FORME MUQUEUSE [612.144 — 616.927]

— *Séance du 11 août 1897* —

On admet généralement aujourd'hui, avec Potain et Huchard, que la fièvre typhoïde est, de toutes les maladies, celle qui s'accompagne d'une dépression le plus marquée de la tension artérielle. C'est la maladie hypotensive par excellence. On trouve cependant peu de renseignements dans les classiques sur la marche que suit l'hypotension dans cette maladie, sur le relèvement de la tension, et sur la valeur clinique de ces faits, malgré leur étroite relation avec l'état d'un appareil important au premier chef dans la dothiénentérie. Au cours d'une épidémie récente à Marseille, nous avons entrepris sur cette question une série de recherches, dont nous donnerons plus tard les résultats complets, nous limitant dans cette note aux principales observations que nous avons faites sur les formes muqueuses de la fièvre typhoïde en dehors de toute complication nerveuse, pulmonaire et circulatoire. Les données cliniques suffisent pour apprécier l'état de la tension sanguine, et M. Huchard s'est attaché à décrire les signes qui permettent, en l'absence de tout appareil, de reconnaître l'affaiblissement de la pression artérielle, et même d'estimer son degré. Il nous a cependant paru préférable, pour obtenir des résultats plus précis et comparables entre eux, au cours d'observations prolongées sur divers malades, de recourir à un appareil, et nous avons adopté le sphygmomètre de Verdin, que l'on peut considérer, avec M. Chéron, comme un appareil très suffisant en clinique, surtout si on prend la précaution, comme il le faisait lui-même, et comme nous l'avons fait, de contrôler mutuellement nos résultats, en les recueillant séparément et sans nous les communiquer.

L'évolution de la pression artérielle dans la fièvre typhoïde comprend trois périodes, inverses de celles de la température, mais ne leur correspondant pas nécessairement : la descente, la période minimum, le relèvement.

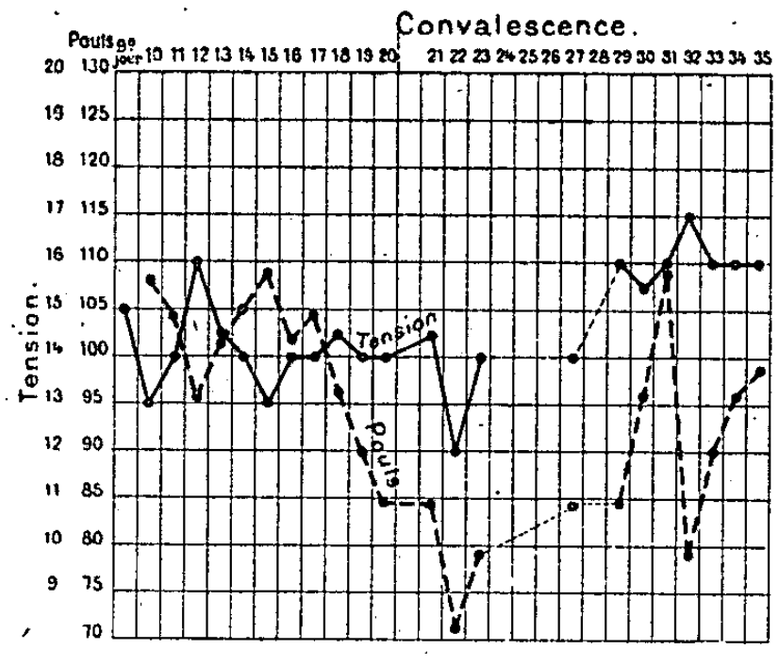


FIG. 1.

Dothiénentérie à forme muqueuse.

Séro-diagnostic positif au 16e jour. Durée : 20 jours. 37 Bains. Convalescence : 16 jours.

Dans son ensemble, la courbe ainsi décrite présente une dépression constante. Elle se rapproche de la courbe thermique par ses oscillations, souvent quotidiennes, quoique infiniment moins étendues, par ses irrégularités ; elle s'en éloigne par sa période minimum qui correspond plutôt au déclin de la période fébrile et plus souvent encore à la convalescence qu'au culmen thermique.

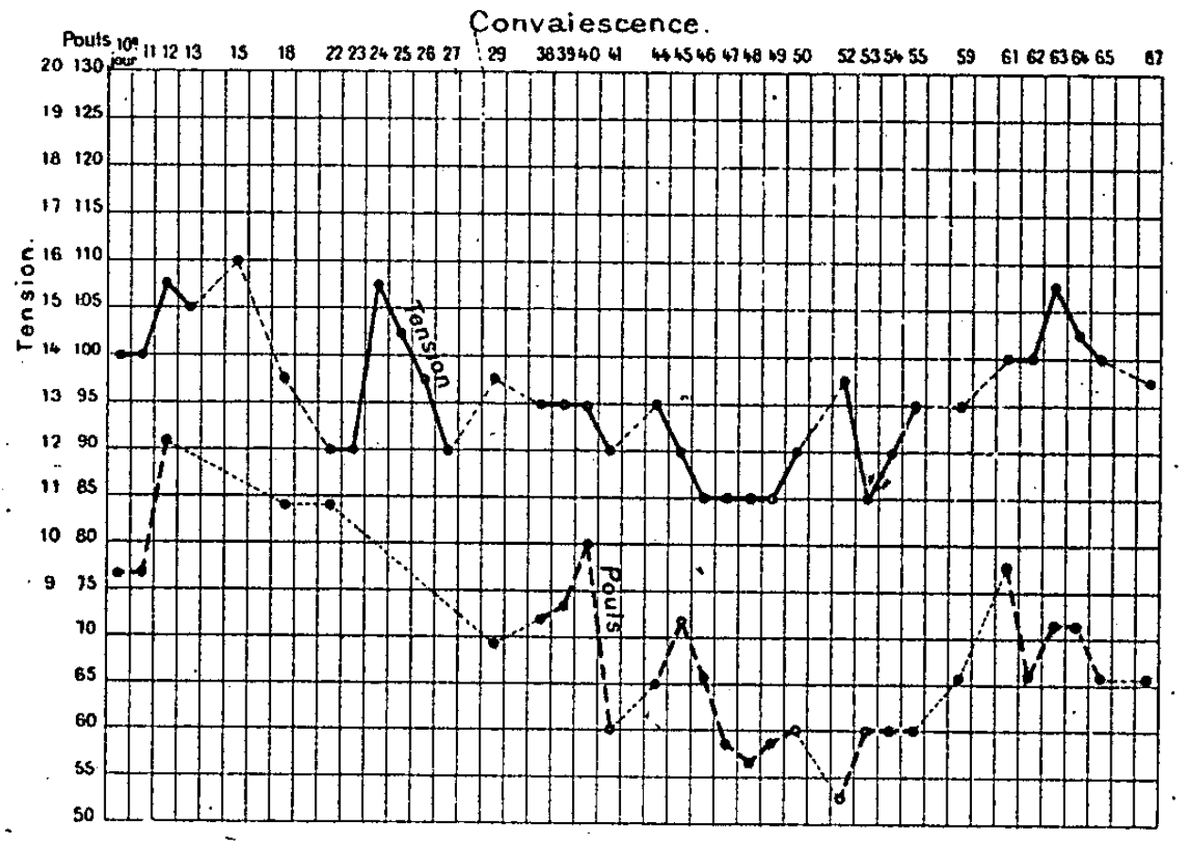


FIG. 2.

Dothiénentérie à forme muqueuse.

Durée : 28 jours. Convalescence : 40 jours. Délire de convalescence du 30e au 32e jour.

Il est difficile d'observer les premières périodes de la maladie, et de suivre la marche descendante de la tension, les malades ne se pré-

sentant à l'hôpital que dans le cours du premier septenaire, et souvent beaucoup plus tard.

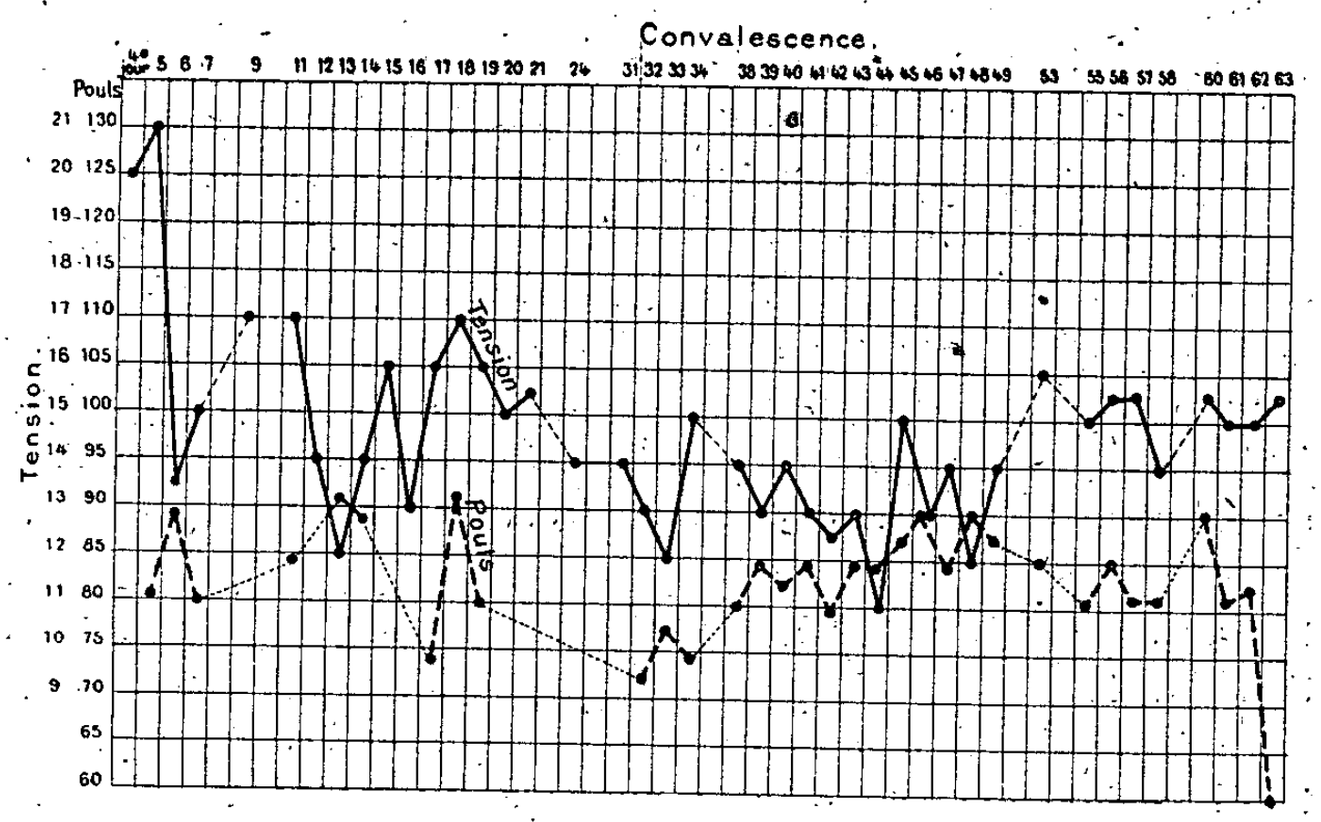


FIG. 3.

Dothiénentérie à forme muqueuse assez grave.

Séro-diagnostic positif. 68 Bains. Durée : 31 jours. Convalescence : 31 jours.

Nous avons vu plusieurs fois la descente se faire brusquement par exemple, de 15 le 9e jour passer à 13 le 10e. Dans un cas, peut-être exceptionnel, il y avait de l'hypertension tout à fait au début de la maladie : 20 le 4e jour, 21 le 5e, puis chute à 13.5, 15 les jours suivants. Le malade, sujet vigoureux de 21 ans, a présenté du reste pendant toute la durée de sa dothiénentérie, des tensions relativement élevées. (Observ. III.)

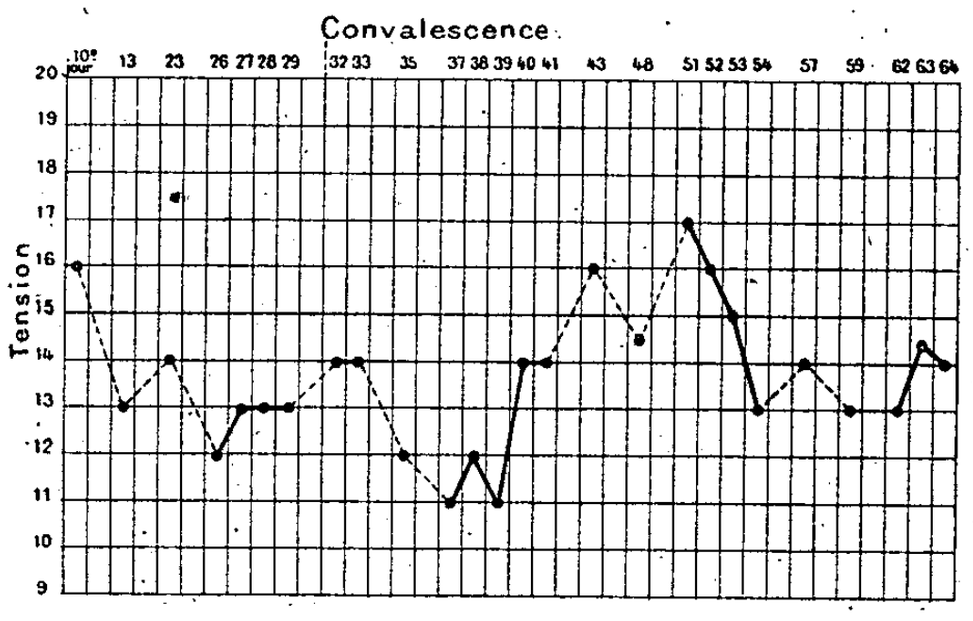


FIG. 4.

Dothiénentérie à forme muqueuse. Légère bronchite.

Séro-diagnostic positif. Durée : 29 jours. Convalescence : 34 jours.

Dans les formes moyennes, la tension se maintient ordinairement

à 13 ou 14. On peut prendre comme type de ces cas l'observation I.

Forme muqueuse : homme de 30 ans. Durée, 20 jours. Convalescence, 16 jours. Séro-diagnostic positif au 10e jour : 37 bains.

La température oscille de 38 à 40 et descend régulièrement jusqu'à la normale. Le pouls dicrote se maintient entre 90 et 105.

A son entrée, au 9e jour, la tension était de 15 ; les jours suivants elle oscille entre 13 et 16, puis se fixe à 14 le 13e jour et y reste jusqu'à la convalescence, sauf une légère dépression à 13 le 15e jour.

Sur un autre malade, dans les mêmes conditions, après quelques irrégularités, 13, 16 pendant les deux premiers septenaires, la tension se maintient à 14 pendant la durée du troisième. (Voir aussi l'obs. IV.)

Le plus souvent, elle offre des irrégularités beaucoup plus accentuées, variant de 2. même 3cm de mercure d'un jour à l'autre : observations II, III.

Les formes les plus légères ne sont pas toujours celles qui présentent la dépression artérielle la moins accentuée. Ainsi chez une femme de 20 ans, atteinte d'un état muqueux léger, dont la période fébrile ne dura que 13 jours avec tous les symptômes classiques de la maladie : céphalalgie, épistaxis, diarrhée, la tension de la radiale était à 11, 12 et ne remonta à 14 qu'aux approches de la convalescence.

Par contre, la tension se maintint presque normale 16, 18, chez une femme qui avait un rétrécissement mitral, une hémiplégie du côté droit remontant à l'âge de 6 ans, et qui avorta à trois mois pendant le cours de sa fièvre muqueuse.

C'est vers la fin de la période fébrile, plus souvent encore dans les premiers jours de la convalescence que la tension artérielle tombe tout à fait. Quelquefois, surtout si la maladie a été plus longue, après un relèvement passager, elle fléchit encore et au bout d'un mois, elle est encore à 14. (Obs. II, IV.)

Dans l'observation que nous avions prise pour type (n° I), après être tombée à 12 le second jour de la convalescence, elle se relève à 14 et au bout d'une semaine revient à 15, 16.

Dans l'observation III, fièvre muqueuse assez grave, ayant duré 31 jours, et nécessité 68 bains, malgré les fortes tensions du début, et de toute la durée de la période fébrile, on voit la pression tomber à 12, 13, même 11 et malgré quelques ascensions passagères, rester à ce niveau pendant les trois premières semaines de la convalescence, et ne revenir définitivement à 15 que pendant la quatrième.

Après l'état muqueux qui avait présenté une hypotension très marquée, le relèvement fut au contraire rapide, et dès le 4e jour d'apyrexie, la radiale donnait 15 au sphygmomètre et 90 pulsations.

Nous pourrions multiplier ces exemples ; ceux que nous avons donnés suffisent pour établir que dans les formes muqueuses de la fièvre typhoïde, en dehors de toute complication, la tension artérielle tend à se maintenir pendant la période fébrile à 13 ou 14, quelquefois d'une façon régulière, après quelques oscillations pendant les premiers jours, le plus souvent avec des irrégularités notables, variables suivant les sujets, allant de 9, 10 à 16, 17. C'est ordinairement au début de la période apyrétique, quelquefois vers la fin de la période fébrile, que l'on constate le minimum de pression, abaissement qui peut être très court, ou se prolonger pendant plusieurs semaines. La pression artérielle dans une fièvre muqueuse d'intensité moyenne ne revient pas aux environs de la normale avant une semaine, et peut ne l'atteindre qu'au bout d'un mois et plus, si l'infection de l'organisme a été plus sévère.

M. le Dr FOVEAU DE COURMELLES

A Paris.

UNE NOUVELLE THÉORIE DU MAL DES MONTAGNES

[612.222]

— *Séance du 11 août 1897* —

Le mal des montagnes a été tour à tour attribué à l'excès d'acide carbonique dû à la fatigue musculaire nécessitée par l'ascension, à la diminution de pression soit de l'air ambiant, soit de l'oxygène qui y est contenue, soit par l'action physique ou mécanique du milieu ambiant (abaissement de pression, froid) sur un individu qui se surmène en de multiples efforts. Ses effets,

sont une plus grande fréquence des mouvements respiratoires avec oppression, une accélération du pouls, des troubles variés de l'appareil digestif, des désordres de l'innervation, de la calorification et de la fonction musculaire. La sécheresse de la peau, la soif, la fatigue extrême, l'hébétude, l'asphyxie en peuvent être les conséquences.

Rapprochons ces troubles des effets produits par un agent atmosphérique, d'autant plus répandu dans l'air ambiant que celui-ci a une moindre pression, ou mieux que l'altitude est plus élevée, et l'on trouvera une assez grande similitude d'action. L'*ozone* — c'est en effet de l'oxygène électrisé ou condensé qu'il s'agit — est très abondant dans les hautes couches atmosphériques ainsi que l'a démontré le Dr Maurice de Thierry qui l'a étudié au Mont-Blanc dans les laboratoires de l'Observatoire de M. Janssen ; ces observations poursuivies plusieurs années ont été concordantes et communiquées cette année à l'Institut (Académie des Sciences). Or, les effets physiologiques de l'ozone sont, eux aussi, selon la quantité inhalée, une gêne respiratoire, de l'oppression, de la suffocation, de l'asphyxie, ainsi que les expériences physiologiques de Seligson, Kuborn, de Thierry, l'ont démontré : les animaux de petite taille plongés dans une atmosphère ozonée à 1/2000 meurent rapidement avec, à l'autopsie, de la congestion pulmonaire. Les recherches épidémiologiques de Schönbein, Baker, Foveau de Courmelles, montrant l'excès d'ozone coïncidant avec des affections à troubles respiratoires et pyrétiques très nets, sont concordantes.

Ayant fait diverses expériences sur moi avec l'ozone produit plus ou moins abondamment en un générateur *ad hoc* en aluminium afin de ne pas produire de corps nitreux, j'ai pu constater d'abord une sorte de bien-être : l'ozone étant peu abondant, puis peu à peu l'anhélation s'accroissant avec la quantité d'ozone ; sur divers individus, les mêmes faits se sont reproduits.

Ces troubles asphyxiques, également un peu analogues à ceux de l'oxyde de carbone, seraient dus suivant M. E. Gautrelet à une formation stable d'oxy-hémoglobine analogue à celle de carbo-oxy-hémoglobine qui empêcherait le sang d'abandonner son oxygène et le rendrait ainsi impropre à la vie.

Pour nous, le mal des montagnes, des ballons, ou des hauteurs en général, ce qui est la même chose, est une asphyxie particulière, de nature probablement ozonée, variable avec les individus, et due, dans tous les cas, à une impossibilité par le sang d'accomplir ses fonctions respiratoires.

Ainsi s'expliqueraient les insuccès, voire la mort des aéronautes (Crocé-Spinelli et Sivel) qui, comme le voulait Paul Bert, ont respiré l'oxygène dans leurs ascensions. C'est, au contraire, l'ammoniaque qui, dédoublant l'ozone, devra être employé pour le détruire en saturant l'atmosphère avoisinant les explorateurs.

M. le Dr A. RIVIÈRE

A Lyon.

DE L'EMPLOI D'UN NOUVEL AGENT DE THÉRAPEUTIQUE NASALE

[616.21]

— Séance du 12 août 1897 —

Nous nous sommes demandé depuis longtemps s'il n'existait pas, dans les produits de la sécrétion ou de la trituration de diverses muqueuses de l'économie, des principes pouvant être utilisés dans la thérapeutique locale. En effet, si depuis quelques années on s'est beaucoup occupé de l'opothérapie sous forme d'ingestion ou d'injection, son application locale fut peu étudiée.

Nous avons d'abord voulu voir si des extraits de muqueuse pituitaire ne contiendraient pas des éléments qui puissent activer ou modifier le fonctionnement de cette même muqueuse.

Aussi avons-nous prié notre ami le docteur Jacquet, pharmacien à Lyon, et spécialiste en la matière, de nous préparer des extraits de muqueuse pituitaire.

Et voici quelle fut la manière de procéder :

On détache la muqueuse pituitaire des cornets inférieurs et surtout moyens d'un mouton, puis dans de l'eau résorcinée à 4 pour 1000 on fait macérer pendant 24 heures dans l'étuve à une température ne dépassant pas 65° ; on filtre soigneusement le liquide obtenu ; puis pendant encore 24 heures on remet à l'étuve à 65°. On introduit alors dans de petits tubes

en verre, scellés à la lampe, et contenant environ 1 centimètre cube. On ne peut d'ailleurs jamais obtenir une décoloration du liquide qui est jaunâtre alors même que le liquide est absolument stérile et doit le rester toujours.

Le liquide était porté sur la muqueuse nasale, imbibant un pinceau ou du coton hydrophile : et sa pénétration était favorisée par quelques mouvements de massage. Naturellement l'application n'en était faite qu'après nettoyage complet de la cavité nasale.

J'ai employé l'extrait de muqueuse dans un cas d'ozène rebelle et dans quelques autres affections nasales où les résultats furent contradictoires.

Dans un cas de perforation nasale ancienne le résultat fut nul comme il fallait s'y attendre. Le malade, un neurasthénique, m'écrivit, il y a quelque temps, que les bords de la perforation avaient blanchi et que les croûtes avaient disparu.

Chez une jeune femme je vis, grâce à ce traitement, disparaître une rhinite légère avec croûtes : mais n'importe quelle thérapeutique eût probablement amené cet heureux résultat.

Chez une femme atteinte de syphilis nasale et qui avait gardé longtemps après la cessation du traitement mercuriel, un peu de suppuration nasale, les applications de muqueuse pituitaire amenèrent la guérison définitive : ce résultat ne peut guère entrer en ligne de compte.

Notre observation la plus intéressante est la suivante :

Jeune fille de 18 ans, atteinte depuis longtemps d'un ozène horrible et qui nous fut envoyée par notre maître, le docteur Garel. L'affection ayant résisté à plusieurs traitements énergiques, entre autres l'électrolyse cuprique, notre maître la considérait comme incurable.

L'odeur très intense rendait l'examen de la malade littéralement impossible, et infecta mon cabinet pour 24 heures. Je pus cependant faire un nettoyage rapide des croûtes et faire une application. L'odeur disparut d'emblée, et, lors de la visite suivante de la malade, je pus l'examiner, reconnaître la présence de croûtes dans les deux fosses nasales, du pus, une perforation de la cloison, un état tomenteux-saignant de la muqueuse (lésion rare dans l'ozène cependant), une atrophie marquée des cornets. Le côté gauche était beaucoup plus pris que le droit. Nez caractéristique.

Je fis pendant un mois, deux fois par semaine, des nettoyages (peu complets) du nez et des applications d'extrait L'odeur ne reparut pas : les croûtes diminuèrent, disparurent même à droite, la muqueuse paraissait en voie de guérison.

Par suite de circonstances indépendantes de ma volonté, je dus confier le traitement à la malade elle-même, en remplaçant le nettoyage par quelques lavages. L'état se maintint très bon pendant un mois, puis tout traitement fut cessé ; et alors reparurent en partie les symptômes, mais très amendés

(j'ai examiné la malade moi-même, et il y a une transformation évidente). J'ai la conviction, qu'avec de la patience, cette malade guérira par ce traitement plus longtemps continué.

En somme, il s'agit là d'un mode de traitement absolument inoffensif, qui nous paraît efficace, dans une certaine mesure, contre quelques maladies à troubles de nutrition ou de sécrétion de la muqueuse.

Au reste, dans un nez normal, l'application d'extrait donne une sensation un peu comparable à celle de la cocaïne : légère sécheresse, élargissement subjectif des cavités, sensation de constriction à la base du nez.

M. le Dr NODET

Ex-interne des Hôpitaux de Lyon, au Chambon-Feugerolles (Loire).

QUELQUES MOTS SUR LA RUBÉOLE [616.916]

— Séance du 6 août 1897 —

Au commencement de l'année 1896, j'ai assisté, au Chambon, à une épidémie de rubéole. Il y a eu beaucoup d'enfants atteints très légèrement, pour lesquels le médecin n'a pas été demandé, et les parents me disaient plus tard que leurs enfants avaient eu la rougeole qui avait disparu en 24 heures.

Or, dans le premier semestre 1896, je n'ai pas observé un seul cas de rougeole.

Mes trois enfants ayant été atteints ainsi que trois de leurs amis, vous me permettrez de rapporter brièvement ces six observations, pour pouvoir en tirer quelques conclusions certaines, relatives surtout à l'incubation.

Obs. — 1° Marguerite N., 8 ans, a eu la rougeole à 5 ans. Elle passe la journée du 23 janvier dans une campagne éloignée avec deux de ses amies:

Elle rentre le soir, pleine d'entrain, mais je crois qu'elle a pris froid, car elle est atteinte d'un coryza intense et les éternûments se succèdent presque sans interruption jusqu'au sommeil. Au coucher, je constate déjà une éruption peu distincte à la lumière. Nuit excellente. Température le matin 37,3. L'éruption pâlissait dans la soirée pour disparaître le lendemain.

2° Louis N... se plaint de coliques dans la soirée du 7 février et il se réveille le 8 le corps couvert du pointillé rouge classique. Temp. 37,8. L'incubation a donc été de 15 jours. Dans ce cas, j'ai pu constater une éruption légère sur le voile du palais. Dans la soirée, l'enfant se plaint de coliques, de maux de gorge et d'oreille, et la température s'élève au-dessus de 39. Il se plaint également de douleurs rhumatoïdes dans les membres. Ce n'est que le 11 que la température baisse et que l'enfant se sent soulagé après l'ouverture spontanée d'un abcès de l'oreille. Pour expliquer ces complications, je dois ajouter que l'enfant avait des tumeurs adénoïdes du pharynx et que, par suite, il avait eu déjà plusieurs fois des angines graves, qui étaient suivies quelquefois d'otite. Voici donc un enfant que je surveillais et chez lequel, malgré tous les soins, la rubéole a eu des complications sérieuses, à cause du mauvais état de son pharynx.

3° Michel N.. , 5 ans, enfant vigoureux, est atteint de rubéole le 9 février, c'est-à-dire le 16e jour après sa sœur et un jour après son frère. Si l'éruption eût fait défaut, nous n'aurions pas su que l'enfant était malade.

4° Angèle B..., qui fréquente la même école que mes enfants, a eu aussi la rubéole le 29 janvier. L'éruption a disparu rapidement, mais la peau est restée grenue, chagrinée, pendant 4 ou 5 jours. Ses frères ou sœurs qui ont à peu près le même âge que nos enfants, n'ont pas été atteints, bien qu'ils n'aient pas été isolés.

5° La cinquième observation est celle de Marcel C..., 10 ans, qui a eu la scarlatine à l'âge de 6 ans.

Il avait passé la journée du 23 janvier avec ma fillette. Il fut atteint le 7 février de coliques violentes, de prurit intense et d'urticaire, principalement sur les membres. Le 8, le pointillé rubéolique existait sur tout le corps. T. 38,1. L'éruption rubéolique persista 48 heures dans ce cas, et l'urticaire ne disparut que trois jours plus tard.

6° Jeanne C... fut atteinte le 23 février et n'offrit aucun autre symptôme que l'éruption.

Deux autres enfants de cette famille furent atteints de la même affection pendant un séjour dans le Midi, mais les dates précises de l'éruption n'ont pas été notées.

En résumé, d'après nos observations : Marguerite N... a communiqué la rubéole à ses deux frères, qui ont été atteints l'un le 15e jour et l'autre le 16e jour. De même, Marcel C... a été atteint le 15e jour et chez sa sœur l'éruption paraissait le 16e jour. L'incubation a donc été 2 fois de 15 jours et 2 fois de 16 jours.

La rubéole est contagieuse comme la rougeole avant la période éruptive, c'est ce qui résulte de l'observation 5, car Marcel C... n'a été en contact avec Marguerite N... qu'au moment des éternûments.

A noter encore l'existence de violentes coliques survenues 2 fois sur 6 la veille de l'éruption. Enfin, si la rubéole est une affection très bénigne dans la grande majorité des cas, elle peut faire renaître des affections sérieuses de la gorge et des oreilles chez des enfants prédisposés.

M. RAOUL de CLERMONT

Ingénieur agronome, Avocat à la Cour d'appel, à Paris.

LE PIGEON VOYAGEUR EST-IL UN ANIMAL DOMESTIQUE ?

[598.6]

— Séance du 6 août 1897 —

Un problème, qui intéresse vivement l'agriculture, a été posé, il y quelques mois, à la Cour de Cassation.

Il s'agissait de savoir si le pigeon voyageur était un oiseau, et quel oiseau ;

De longs débats se sont élevés, en effet, sur le point de savoir :

« Si le pigeon voyageur était vraiment un animal domestique », ou s'il fallait l'assimiler aux hôtes sauvages de nos forêts : à « un gibier ».

Le « pigeon voyageur est-il un animal domestique » ? Celui qui le tue ou le blesse se rend passible des peines édictées par les articles 454 et 479 du Code pénal.

Celui qui le « soustrait frauduleusement commet un vol ».

Si, au contraire :

Le « pigeon voyageur est un gibier », les lois et les règlements sur la chasse lui deviennent applicables : et notamment aux termes des « articles 9 et 11 » de la « loi du 3 mai 1844, modifiée par celle du 28 janvier 1874 », les préfets peuvent prendre des arrêtés régle-

mentaires pénalement « sanctionnés » par l'article 471, § 15, de notre Code pénal.

Les « Tribunaux de paix des régions du Nord et de l'Est », que le voisinage de la frontière rend essentiellement colombophiles, se sont prononcés invariablement pour la « première solution ». Le « pigeon voyageur est un animal domestique ».

Mais la Cour de Paris, dans son arrêt du 15 février 1896, les « Chambres criminelles et civiles de la Cour de cassation » ont affirmé qu'il n'en était rien et que : le « pigeon voyageur était un gibier ».

Il appartenait à la « Cour de cassation, toutes les chambres réunies » de trancher définitivement la controverse : condamnant le système adopté par ses Chambres criminelles et civiles, elle vient de décider, par un arrêt tout récent du 8 décembre 1896, à propos duquel on a beaucoup écrit, que le « pigeon voyageur est un animal domestique ».

Les partisans de la négative, au mépris des enseignements de la zoologie, de la zootechnie, nonobstant les traditions de notre législation, n'invoquent, en somme, qu'un seul argument, et pour édifier longuement leur pénible argumentation, ils invoquent : « littéralement, textuellement » l'article 9 de la loi sur la chasse, qui autorise les préfets à prendre des arrêtés pour interdire la destruction des oiseaux.

Ils insistent sur le mot « oiseau ». Le pigeon voyageur, disent-ils, « est un oiseau ». Or, l'article 9 vise sans exception tous les oiseaux. Donc il s'applique aux pigeons voyageurs.

Mais pour écarter cette interprétation, à mon sens, erronée, de la loi de 1844, il suffit de lire l'un des considérants favorables à la négative de l'« arrêt de la Cour de cassation du 24 avril 1896 », considérant qui précise la définition de l'oiseau auquel s'applique la loi de 1844.

Il s'agit d'oiseaux susceptibles d'un fait de chasse, d'oiseaux constituant un gibier : les travaux préparatoires sont formels en ce sens ; ils établissent nettement, expressément, que les « oiseaux visés » sont uniquement des « oiseaux utiles à l'agriculture, sauvages et insectivores ».

Au cours de la discussion, un député ayant voulu faire mentionner le pigeon dans le texte de la loi, le garde des sceaux et le rapporteur s'y sont formellement opposés, en faisant observer que :

Les pigeons sont essentiellement « granivores », qu'ils ne sont pas « sauvages », que dans certains cas, ils peuvent même devenir « nuisibles à l'agriculture ».

Du reste, deux circulaires ministérielles, l'une en date du 30 janvier 1874, émanant du Ministre de l'Intérieur; l'autre du 6 juillet 1875, émanant du Ministre de la Justice, confirment cette interprétation des arrêtés préfectoraux ne concernant que les « petits oiseaux essentiellement insectivores ».

« Les pigeons ne sont pas des petits oiseaux, ne sont pas des insectivores », ne sont pas des animaux sauvages susceptibles de chasse.

Sans insister davantage sur des arguments d'ordre physiologique, je me bornerai à rappeler que : la tradition juridique, « tradition juridique maintenue depuis l'époque romaine jusqu'à nos jours », affirme au point de vue légal cette définition du pigeon.

A Rome, à Byzance, les textes du Droit barbare de l'époque féodale, les ordonnances royales de 1338, 1607 et 1613, et depuis la Révolution, l'article 2 du décret du 7 août 1789, reproduit par le Code rural, la loi du 4 avril 1889, l'article 524 du Code civil et le décret du 15 septembre 1885, ordonnant le recensement des pigeons voyageurs en France, considèrent à l'unanimité « le pigeon comme un animal domestique ».

Qu'on ne vienne pas dire maintenant que les pigeons voyageurs constituent, à raison de leurs aptitudes, une espèce particulière, récemment constituée et qu'il faut écarter les arguments de législation tirés de la législation ancienne. Tout d'abord, le pigeon voyageur, comme le pigeon proprement dit, « est un pigeon de colombier », est attaché à un colombier, il a un domicile.

Ensuite, dès la plus haute antiquité, on a utilisé les facultés voyageuses du pigeon et l'histoire nous raconte que ce fut César, pendant sa guerre en Gaule, qui l'employa le premier comme messager de guerre. Cette aptitude s'est développée; grâce à une éducation plus parfaite, les services rendus se sont multipliés et c'est pourquoi, dans une pensée de protection à l'égard de ces intéressants volatiles, et non pas en vue de rendre la chasse plus facile en torturant les textes, on a cherché à assimiler le pigeon voyageur à un gibier, pour permettre aux préfets de prendre des arrêtés de protection à leur égard.

Je suis loin de mentionner les immenses services qu'ont rendus et que sont appelés à rendre les pigeons voyageurs.

En 1870, ces vaillants messagers qui, bravant les balles, échappent aux griffes des faucons que les Allemands lançaient à leur poursuite, ont assuré la communication entre Paris et la province.

L'un d'entre eux notamment, qui n'avait pu franchir les lignes

ennemies, fut envoyé par le Prince Frédéric-Charles à sa mère et, traité comme un hôte de distinction, fut enfermé dans une volière du parc de Potsdam. Au bout de 4 ans de détention, il parvint à tromper la vigilance de ses gardiens, et prenant son vol, il regagna directement la France, sa patrie.

Aussi, tout en considérant le pigeon voyageur comme un animal domestique, nous pouvons formuler des vœux ardents pour qu'une loi spéciale intervienne, assurant à cet auxiliaire, aujourd'hui indispensable, la protection qui lui est due.

M. Edmond GAIN

Maitre de conférences à la Faculté des Sciences de Nancy.

ENQUÊTE SUR LES TRAVAUX PUBLIÉS DEPUIS DEUX ANS AUX ÉTATS-UNIS, SUR LA QUESTION DE L'ALIMENTATION RATIONNELLE.

[613.21]

— Séance du 7 août 1897 —

La question de l'alimentation rationnelle du bétail est à l'ordre du jour en France. Il nous a semblé qu'il y avait un certain intérêt à montrer la prospérité, en Amérique, de cette partie de la science agronomique, comparée à la grande négligence dans laquelle nous la laissons dans notre pays.

Cette science n'a guère pris naissance que vers la moitié de ce siècle. La Faculté des sciences de Nancy a été pourvue en 1868 d'une chaire de chimie et physiologie appliquées à l'agriculture, et M. Grandeau y a inauguré le premier l'enseignement de la chimie de la nutrition des animaux domestiques. En dehors des Ecoles fermées à l'heure actuelle l'Institut chimique de l'Université de Nancy est presque seul encore à présenter en France cet enseignement chimique spécial. Et cependant l'alimentation du bétail est le problème capital de

la zootechnie, c'est-à-dire la moitié de la science chimique agricole. Les Annales de la science agronomique française et étrangère, et les Annales agronomiques renferment les principaux travaux français relatifs à cette question. Ils sont d'ailleurs bien rares, surtout si on les compare au flot montant des travaux étrangers.

Il y a quinze ans l'historique de la science de l'alimentation rationnelle se résumait surtout dans les noms de Boussingault, Dumas, Liebig, Claude Bernard ; puis les recherches pratiques de Lawes et Gilbert à Rothamsted (1848-58) et celles de Wolf (1873) en Allemagne.

Depuis, l'essor de ces recherches a été considérable et nous avons en France assisté au mouvement sans le suivre bien activement.

Entreprendre actuellement l'exposé des travaux didactiques publiés en Europe et en Amérique sur la question de la nutrition des animaux serait, à l'heure présente, déjà une œuvre de longue haleine. Notre but n'est pas du tout d'exposer ici l'ensemble de ces travaux ; nous voulons seulement montrer la disproportion de nos efforts avec ceux des nations étrangères. Pour cela nous ne pouvons trouver un exemple plus concluant que l'exposé des travaux publiés aux Etats-Unis dans ces deux dernières années. Comme en Allemagne, en Scandinavie, en Angleterre, l'administration centrale des Etats-Unis a compris l'intérêt capital qu'il y avait à développer l'étude de ces questions.

Nos documents nous sont fournis par le Ministère de l'Agriculture de Washington qui entretient des relations suivies avec des professeurs correspondants de toutes nationalités, dans le but de profiter des progrès et des idées nouvelles qui peuvent prendre jour sur l'ancien continent.

Les publications, en langue anglaise, qui nous servent de base, sont organisées avec une méthode de premier ordre et dirigées par des autorités scientifiques reconnues.

Indépendamment des 48 établissements ou Universités où l'enseignement supérieur agricole est organisé aux Etats-Unis, il y existait, en 1896, 54 stations expérimentales de recherches agricoles (1).

Ces dernières ont des attributions générales relatives à l'analyse chimique, à l'horticulture et aux champs d'expériences. Chacune d'elles, en outre, entreprend des recherches scientifiques sur une ou plusieurs questions spéciales, avec installation appropriée. Ainsi la station d'Alabama (Canebrake) entreprend l'étude des maladies des animaux

(1) En France les stations agronomiques sont surtout des Laboratoires d'analyses. Quelques-unes seulement s'occupent très secondairement de diriger des champs d'expériences.

domestiques ; celle d'Arizona s'occupe d'entomologie agricole et d'irrigations ; celle de Georgia de la laiterie ; la station de Californie de météorologie agricole et des sols cultivés, etc. Dans cette division si judicieuse du travail, parmi les 54 stations nous en trouvons 36 où sont organisées les recherches théoriques et pratiques relatives aux matières alimentaires pour le bétail. 33 de ces stations pratiquent en grand les expériences d'alimentation, et 4 d'entre elles y joignent une étude physiologique relative aux questions si difficiles et si importantes de digestion (1).

Dans les Universités américaines on comprend que la science pure n'a rien à perdre dans la tutelle des travaux d'application ; on pense même qu'elle est qualifiée pour les diriger et les conseiller.

En France il y aurait tout intérêt aussi à organiser une division du travail analogue à celle qui réussit si bien en Amérique. L'étude des questions d'alimentation ne sera développée en France que quand on aura admis cette division des recherches, et qu'on aura doté quelques centres d'installations appropriées. Il semble que les Ecoles nationales d'Agriculture et les Ecoles vétérinaires, qui en sont les seules pourvues, pourraient être complétées par quelques Ecoles d'agriculture ou même par des Universités.

§ 1. RECHERCHES SUR LA NUTRITION, EN AMÉRIQUE

C'est surtout depuis le Congrès de 1895 que les recherches sur la nutrition ont été développées aux Etats-Unis ; ce qui en marque l'extension, c'est non seulement le nombre des mémoires publiés, mais encore l'application des méthodes d'alimentation rationnelle à la nourriture de l'homme.

L'office des stations expérimentales du Département de l'agriculture est resté chargé de la direction générale de ces recherches. L'agent spécial en charge fut le professeur Atwater. Le service a été plus méthodiquement organisé. Au point de vue bibliographique le Bulletin de l'office « Experiment station record » a analysé 457 mémoires relatifs à l'alimentation animale pendant les années 1895-96, dont les 3/4 sont d'origine américaine. On a fondé des centres de recherches où les problèmes scientifiques fondamentaux de nutrition pouvaient être le mieux abordés, où des travailleurs spécialistes pouvaient être le plus efficacement entraînés, où l'ensei-

(2) Voir le détail de la répartition du travail dans les stations, *in Yearbook of the Department of agriculture* 1895, p. 558.

gnement, s'adressant à un corps nombreux d'étudiants, pouvait être largement disséminé.

Les stations expérimentales, des collèges agricoles, institutions et associations libres, se sont joints aux efforts du département, et cette coopération a permis d'obtenir des résultats beaucoup plus importants, étant donné la somme inscrite au budget.

§ 2. CARACTÈRE GÉNÉRAL DES INVESTIGATIONS

Le travail porte sur les points suivants :

1° *Approvisionnements de nourriture.* — Sortes — Composition chimique — Valeur nutritive — Prix des matières nutritives les plus communes dans les différentes localités de « Maine » au « New Mexico », et du « North Dakota » à « Alabama ».

Ces recherches s'appliquent aussi aux aliments employés par l'homme et doivent surtout établir le rapport entre la valeur nutritive et le prix.

2° *Consommation des aliments par l'homme.* — Prix — Somme — Valeur nutritive des aliments dans les différentes classes de la Société.

3° *Expériences sur la valeur nutritive comparée* et le prix de revient des différentes combinaisons de matières alimentaires. (Application à une pension d'étudiants).

4° *Etude sur la digestibilité des aliments.* — Nombreuses analyses de matières nutritives et de résidus non digestibles.

5° *Recherches pour déterminer les effets de la cuisson* sur la composition, la digestibilité et la valeur nutritive des aliments. — Céréales, pommes de terre, etc.

6° *Recherches sur la constitution et la valeur nutritive des hydrates de carbone* du blé et du maïs, et des changements produits sur eux par la cuisson et par les ferments solubles.

7° *Etude des chaleurs de combustion des matériaux alimentaires.* — Essais à la bombe calorimétrique. — Application à l'alimentation des animaux de la ferme.

8° *Expériences calorimétriques sur la respiration.* — Energie absorbée et énergie dégagée. (Université de Wesleyan, station de Storr.)

Les travaux qui se rapportent aux questions ci-dessus ont été pour la plupart accomplis dans les stations suivantes (1) et insérés dans leurs Bulletins :

Connecticut, Maine, New York, New Jersey, Michigan, Pensyl-

(1) Pour le détail des travaux spéciaux à chacune des stations voir : *Report of the Director of the office of experiment stations for* 1896, p. 137 et 138.

vania, Alabama, Tennessee, New Mexico, Massachusetts, North Dakota, Minnesota, Illinois, Indiana.

De l'office des stations expérimentales à Washington, sont sorties les principales publications suivantes :

La composition chimique des matériaux alimentaires américains (Bulletin nº 28), contenant des tables donnant le maximum, le minimum et la moyenne de toutes les analyses de produits. Plus de 2.600 analyses y sont insérées et sous une forme qui est la plus complète et la plus satisfaisante de toutes les tables similaires.

Etude des rations alimentaires en 1895, par C. E. Wait, professeur à l'Université de Tennessee (Bulletin nº 29) ; H. B. Gibson, S. Calvert, D. W. May du Missouri (Bul. nº 31) ; professeur Stone, de l'Université de Purdue (Bul. nº 32).

Composition et cuisson des viandes (Bul. des fermiers nº 34) : Sommaire des résultats et investigations concernant la valeur nutritive des différentes sortes de viandes, et exposé de quelques points à considérer dans leur cuisson pour divers usages. Une table donne en appendice un sommaire de tous les résultats concernant la composition et la valeur alimentaire des viandes américaines.

Quatre larges cartes en couleur, illustrant les résultats pratiques des recherches sur l'alimentation, ont été imprimées et disséminées avec les publications ordinaires de l'office.

Ces cartes ont été distribuées aux Universités, Collèges, Ecoles techniques et Ecoles professionnelles, Ecoles supérieures et Académies.

Une série de prix ont été accordés aux auteurs de mémoires scientifiques sur la nutrition.

La production du pain et du lait a donné lieu à de nombreuses publications.

Le Département de l'Agriculture a accentué spécialement dans les collèges et stations expérimentales la nécessité d'une compilation bibliographique des résultats obtenus dans le monde entier. La grande dispersion et l'étendue de la littérature sur les questions d'alimentation rationnelle ne sont pas assez connues en dehors des spécialistes familiarisés avec de telles études. D'où il résulte la nécessité de condenser les matières déjà publiées en différentes langues pour rendre les recherches ultérieures profitables.

Par ce moyen on supprimera une période d'essais, et de coûteuses erreurs seront aisément évitées.

Le Ministère de l'agriculture de Washington a déjà fourni un travail considérable pour combler cette lacune et ses efforts dans cette direction sont continués.

Une autre branche de la question, celle des fraudes dans les aliments, n'a pas été non plus négligée. Le nombre des analyses faites pour déceler les fraudes a dépassé 3000 en 1896. C'est surtout la division

de chimie du ministère, et le professeur Atwater, qui en ont été chargés. La moitié seulement de ces analyses ont été publiées.

Nous considérons comme de première utilité, la publication qui a été faite, d'une « Table étalon » digne de confiance, pour le calcul de la valeur nutritive des rations.

Sur les phénomènes chimiques de la nutrition d'importantes recherches ont été faites et seront continuées.

L'exposé précédent montre avec quelle méthode et quelle activité les questions d'alimentation rationnelle ont été abordées aux Etats-Unis.

Dans cette contrée, déjà la production animale rencontre des conditions de développement qui lui permettent de lutter avec grand succès contre la production de l'ancien continent. Aussi a-t-on vu ses exportations de matières alimentaires prendre un rapide essor.

Soutenue par les progrès scientifiques qui vont permettre de pratiquer l'élevage rationnellement, et à moindres frais encore, on conçoit quel puissant avenir on peut prédire à l'agriculture américaine.

Il convient de remarquer que l'empressement des praticiens à accueillir favorablement les résultats scientifiques obtenus par les savants, n'aura pas peu contribué à leur succès, dans ce qui concerne la production animale comme dans ce qui est du domaine de la culture et de l'exploitation industrielle des grands domaines.

Nous donnons ci-après une liste qui pourra être d'une certaine utilité aux spécialistes, ou aux praticiens, et où nous inscrivons les principaux mémoires publiés depuis 2 ans aux Etats-Unis.

Nous donnerons la liste bibliographique suivante (1) dans l'ordre ci-après :

1. Aliments et phénomènes généraux de la nutrition.
2. Recherches sur l'alimentation des bovidés.
3. — — des ovidés.
4. — — du porc.
5. — — du cheval.
6. — — des volailles.

§ 1.

* *Etude des régimes alimentaires.* — W. O. Atwater et C. D. Woods' (Connecticut Storrs Sta. Rpt. 1895. p. 129 à 174 et Bulletin n° 29. U. S. Dépt. Agriculture).

(1) Un astérisque * indique les travaux les plus importants. La liste bibliographique ayant été rédigée au commencement de l'année 1897 n'indique que les travaux publiés pendant environ deux années, antérieurement au mois de juillet 1896. Depuis cette époque les publications continuent avec autant d'activité et la liste complétée serait doublée.

Foin salé et prairie d'étang desséché. — J. B. Lindsey (Massachusetts Hatch Sta. Rpt. 1895, p. 240).

* *Composition chimique des matières alimentaires d'Amérique.* — W. O. Atwater et C. D. Woods. (Bul. 28. Off. Exper. Stat., 47 p., 4 fig).

Résultats d'analyses de fourrages et matières alimentaires. — C. D. Woods (Connecticut Storrs Station Rpt 1895, p. 175 à 186).

* *Recherches sur l'alimentation, poursuivies à la station de Wisconsin, de 1882 à 1893.* — W. A. Henry (Wisconsin Rpt.). Voir Exp. Stat. Record Vol. 7, p. 614 et 615, une liste de 57 publications différentes.

* *Alimentation de l'animal pour la production du lait, de la viande et de la force.* — J. H. Gilbert (U. S. Dept. Agric. Office of. exp. st. Bul. 22, p. 231 à 316). (Aliment consommé et accroissement produit. — Composition des animaux aux différentes périodes de l'engraissement. — Origine de la graisse produite dans le corps de l'animal. — L'aliment et la production du lait. — Aliment et engrais. — Aliment et force. — Sommaire de l'alimentation des animaux).

La valeur économique des graines de coton décortiquées et autres pour les animaux domestiques. — G. F. Payne. Georgia st. (Dept. Agr. Bul. 32).

Analyses d'aliments pour le bétail. — F. W. Morse (New Hampshire Sta Rpt. 1895).

Principes d'alimentation et quelques aliments employés pour les animaux au nouveau Mexique. — A. Goss. (New-Mexico Sta. Bul. 17).

Alimentation rationnelle pour les animaux de la ferme. — H. H. Cousins.

Infection tuberculeuse par les aliments. — C. E. Winslow. (Journ. Amer. Med. Ann. 1894).

* *Rendement efficace de l'animal comme machine.* — M. Miles. (Amer. Nat. 30, 1896, n° 358).

* *Les produits alimentaires du monde entier.* — Mary E. Green. (Chicago. 1896).

Amidon, sa digestion et sa valeur nutritive. — Diet., and Hyg. Gaz. 12. 1896, n° 9.

Un condiment alimentaire pour les animaux. — J. H. Hills. (Vermont Sta. Rpt. 1894.)

Méthodes de préservation du maïs alimentaire. — J. H. Hills. (Vermont Sta).

La dose du fer dans les rations ordinaires. — R. M. Chittenden (Diet. and Hyg. Gaz. 12. 1896, n° 1.)

Etude économique sur l'alimentation du bétail. — G. W. Shaw. (Orégon Sta. Bul. 39.)

Aliments, composition et cuisson. — C. D. Woods. (Farmers. Bul. 34. U. S. Dept. Agr.)

Gluten alimentaire et farines. — Hills. (Vermont Sta. Bul. 48.)

Analyses de matières alimentaires. — (Connecticut. State. St. Rpt. 1895, p. 227-230).

Compilation et analyses de matières fourragères et produits de laiterie (1868-96). — C. S. Crocker (Massachusetts Hatch. Sta. Rpt. 1895, p. 248-264).

Analyses de fourrages. — J. B. Lindsey et Al. (Mass. Hatch. Sta. Rpt. 1895, p. 219-222).

Tables de digestibilité des matières alimentaires d'Amérique. — (Mass. Hatch. Sta. Rpt. 1895, p. 265-276).

Recherches sur les aliments. — W. O. Atwater et C. D. Woods (Connect. Storrs Sta. Rpt. 1895, p. 114-128).

La question de la pureté des aliments en Pensylvanie. — L. Wells (Pensylvania Dept. Agr. Bul. 3, 37 p.).

Fourrages et aliments. — (New-Jersey. Sta. Rpt. 1894, p. 173-206.)

* *Types de rations et régimes.* — W. O. Atwater (Connecticut Storrs. Sta. 1894, p. 205-221).

Etude des régimes. — W. O. Atwater et C. D. Woods (Connecticut Storrs. Sta. 1894, p. 174-204).

Une nouvelle forme de bombe calorimétrique et détermination de chaleurs de combustion. — W. O. Atwater et Woods (Connecticut St. Rpt. 1894, p. 135-157).

Digestibilité du blé. — H. Snyder (Minnesota Sta. Rpt. 1894, p. 146. Bul. 36).

Analyses mélangées de substances alimentaires. — H. Snyder (Minn. Sta. Rpt. 1894, p. 129-145 Bul. 36).

Foin de prairie comparé avec foin de vesce. — T. L. Hæcker (Minn. Sta. 1894, p. 65 Bul. 35).

Recherches sur la digestibilité des pentoses. — J. B. Lindsey et E. B. Holland (Massach. State Sta. 1894, p. 175).

Valeur comparative de différents aliments. — J. B. Lindsey (Massach. State Sta. Rpt. 1894, p. 32.)

Composition et digestibilité des foins — J. B. Lindsey (Massach. State Sta. Rpt. 1894, p. 88).

* *Une enquête sur la composition des viandes.* — P. Schweitzer. (Missouri Sta. Bul. 25, 105 p.)

Effets des aliments sur la valeur et la qualité du lait. — Lindsey. (Massachusetts State Sta. Rpt. 1894, p. 42-77.)

Tables de digestibilité des matières alimentaires d'Amérique. — Lindsey. 1894, p. 459. (Massach. State St. Rpt.)

Analyses d'aliments mélangés. — C. A. Gœssmann. (Massach. State Sta. Rpt. 1894, p. 388-406.)

Analyses d'aliments et de matières alimentaires. — M. B. Hardin (South Carolina Sta. Rpt. 1894, p. 11).

Les protéines de l'orge. — T. B. Osborne (Connecticut State Sta. Rpt. 1894, p. 165-191).

Les protéines du grain de seigle. — T. B. Osborne (Connecticut State Sta. Rpt. 1894, p. 147-165).

Expériences sur l'alimentation du bétail. — H. T. French (Orégon Sta. Bul. 37, p. 78).

Méthodes et résultats des investigations de chimie et de physiologie de l'alimentation. — W. O. Atwater. (U. S. Dept. Agr. Office of Experiment Stations. Bull. 21, p. 222, fig. 15, cartes 3).

Composition, digestibilité et valeur alimentaire des pommes de terre. — H. Snyder. (Minnesota Sta. Bull. 42).

La valeur alimentaire des produits ensilés. — H. J. Waters, W. H. Caldwell et E. H. Hess. (Pensylvania Sta. Rpt).

Composition et digestibilité de la farine de graine de lin. — H. Snyder. (Minnesota Sta. Bul. 47).

Quelques additions à nos rations végétales. — Coville. Yearbook. 1895. Dept. Agr.

La valeur alimentaire du blé desséché par les vents chauds. — G. L. Holter. (Oklahoma Sta. Bul. 20, p. 9.)

Analyses de matières alimentaires. — M. B. Hardin. (South Carolina Sta. Rpt. 1895, p. 52.)

Examen de farines oléagineuses. — F. W. Woll. (Wisconsin Sta. Rpt. 1895, p. 64.)

Recherches sur les matières alimentaires. — M. E. Jaffa. (California Sta. Rpt. 1895, p. 140.)

* *Expériences sur le métabolisme dans le corps humain.* — Science 5. 1897, n° 117, p. 493.

Grains de fermes pour l'engraissement. — J. A. Craig (Wisconsin Sta. Rpt. 1895, p. 46).

Sur certains articles commerciaux alimentaires. — W. H. Jordan. (Maine Sta. Rpt. 1895.)

* *Action des matières colorantes tirées du goudron sur le processus de digestion.* — H. A. Weber. (Journ. Amer. Chem. Soc. 18. 1896, n° 12.)

Une contribution à l'étude des matières alimentaires du Sud. — J. B. Mc. Bryde. (Tennessee Sta. Bul. Vol. 9, n° 3, p. 51.)

* *Relation de l'aliment avec la croissance et composition du corps des taureaux.* — W. H. Jordan. (Maine Sta. Rpt. 1895, p. 36.)

Valeur alimentaire de la luzerne. — A. Mills (Utah Sta. Bul. 44, p. 33).

Expériences d'alimentation. — B. C. Wyoming Stat. Bul. 30, p. 255.

* *Production du porc.* — R. L. Bennett. (Arkansas Sta. Bul. 41, p. 45).

Graine de coton et ses produits. — Farmers. Bul. 36.

Adultération des aliments verts. — R. C. Kedzie. (Michigan Sta. Rpt. 1894-95).

Alimentation rationnelle pratique. — H. P. Armsby (Pensylvania Sta. Rpt. 1894-95).

Discussion sur quelques produits commerciaux d'alimentation. — W. H. Jordan. (Maine Sta. Bul. 20).

* *Influence des combinaisons alimentaires sur leur digestibilité.* — W. H. Jordan. (Maine Sta. Bul. 20.)

L'alimentation animale. — N. E. Wilson et F. Stadtmuller (Nevada Sta. Bul. 26).

§ 2.

* *Essais comparatifs de différentes nourritures pour les bovidés.* — P. Schweitzer. (Missouri Sta. Bul. 24, 89 p., 8 pl. ; Bul. 28, 39 p., 8 pl.)

Alimentation des jeunes bœufs : Rations riches et rations pauvres. — R. H. Miller. E. H. Brinkley (Maryland Sta. Bul. 36).

Graine de coton alimentaire pour les vaches laitières. — H. P. Armsby et E. H. Hess. (Pensylvania Sta. Rpt. 1894-95).

Les rations pour les vaches. — (Maine Sta. Rpt. 1894-95).

Expériences d'alimentation du bœuf. — C. E. Thorne et J. F. Hickman. (Ohio Sta. Bul. 60).

Recherches sur l'engraissement pratique du bœuf en hiver. — T. Shaw. (Minnesota Sta. Bul. 44).

* *Les produits de graine de coton.* — Voir Cotton-plant. Dept. Agr. Office of Exper. st. 1896, 500 p. (1).

De l'engraissement des taureaux au moyen de la graine de coton. — R. L. Bennett et G. B. Irby (Arkansas St. Rpt. 1895, p. 3-11).

Coques et farine de graines de coton pour la production du bœuf ; chimie et digestibilité. — F. E. Emery et B. W. Kilgore (North Carolina Sta. Bul. 118).

Alimentation des vaches. — H. H. Dean. (Ontario Agl. College and Exptl. Farm. Rpt. 1894).

Expériences sur les effets de l'alimentation sur les vaches laitières. — H. H. Dean. (Ontario Agl. College. Farm. Rpt. p. 147.)

* *Expériences d'alimentation sur les vaches.* — J. Wilson et C. F. Curtiss (Iowa St. Bul. 28, p. 157-172).

Alimentation des jeunes bœufs. — C. C. Georgeson et F. C. Burtis et D. H. Otis. (Kansas Sta. Bul. 51, p. 55-85).

* *Etude des rations pour vaches laitières dans six fermes du Connecticut.* — (Conn. St. Sta. Rpt. 1894, p. 26-56).

(1) Cet ouvrage important présente un grand intérêt pratique. Il relate tous les produits dérivés du coton qui sont susceptibles d'être utilisés en agriculture. On y voit par quels efforts intelligents les Etats-Unis, depuis la guerre de sécession, sont arrivés à maintenir leur suprématie incontestée pour la production du coton.

Variations de la récolte de lait causées par les variations dans la traite. — F. E. Emery. (North Carolina Sta. Bul. 116, p. 194.)

Un essai montrant que les vaches sont affectées par les changements d'étable. — F. E. Emery. (North Carolina Sta. Bul. 116, p. 196).

Alimentation pratique des bovidés. — W. C. Stubbs et D. N. Barrow. (Louisiana. Sta. Bul. 34-2 s., p. 1.170 à 1.202.)

Valeur d'achat et de vente des vaches basée sur l'essai de leur lait. — E. Emery (North Carolina Sta. Bul. 113, p. 121).

Elevage des veaux par le lait. — T. L. Haecker (Minn. Sta. 1894, p. 82). Bul. 35.

Alimentation des veaux. — J. B. Lindsey (Massach. State Sta. 1894, p. 125).

Expériences d'alimentation des bœufs aux différentes saisons. — J. B. Lindsey (Massach. State Sta. 1894, p. 104.)

Sommaire général des expériences d'alimentation avec bœufs en croissance. — J. B. Lindsey (Massach. State Sta. 1894, p. 115).

* *Les effets des aliments gras sur les vaches.* — H. Wing (New York Cornell Sta. Bul. 92, p. 197).

Farine de soja et farine de graine de coton pour les vaches. — (Massachusetts Hatch. Sta. Rpt. 1893, p. 13).

Effet des aliments gras sur le lait des vaches laitières. — A. H. Woods (New Hampshire Sta. Bul. 20, p. 8).

Alimentation des vaches laitières. — J. H. Cornell et J. Clayton (Texas Sta. Bul. 33, p. 499).

La sécrétion du lait. — F. W. Morse et E. P. Stone (New Hampshire Sta. Rpt. 1893, p. 140).

* *Comparaison des types d'alimentation* et :

1) Etude sur le prix de la *production du lait.* — New York State Sta. Bul. 77, p. 445-474.

2) Etude sur le prix de la *production du beurre et de la crême.* — New York State Sta. Bul. 78, p. 475-503.

3) Etude sur le prix de la *production du fromage* — New York State Sta. Bul. 79, p. 505-526.

Fourrages pour vaches laitières. — New York State Sta. Bul. 80. p. 527-576.

Effets de l'enlèvement des cornes. — J. H. Shepperd (North Dakota. Sta. Bul. 16, p. 73).

Pâturages et grains pour vaches laitières. — J. H. Shepperd (North Dakota Sta. Bul. 16, p. 68).

Le sarrasin pour vaches laitières. — Cluiton D. Smith. (Michigan Sta. Bul. 137).

§ 3.

Colza pour l'alimentation des brebis. — J. A. Craig. (Wisconsin Sta. Rpt. 1894-95.)

Grains alimentaires pour les agneaux destinés à la vente. — J. A. Craig. (Wisconsin Sta. Rpt. Bul. n° 41).

* *Engraissement de l'agneau en hiver.* — T. Shaw. (Minnesota Sta. Bul. n° 44.)

Farine de blé, son et avoine pour agneaux avant et après le sevrage. — J. A. Craig. (Wisconsin Sta. Rpt. 1895, p. 40).

L'engraissement des agneaux. — F. B. Mumford. (Michigan Sta. Bul. 107, 128, p. 47-65.)

Alimentation du mouton dans le Colorado. — W. Cooke (Colorado Sta. Bul. 32, p. 48).

* *Expériences sur la digestion chez le mouton.* — C. S. Phelps et C. D. Woods. (Connecticut Storrs. Sta. Rpt. 1894, p. 107-122.)

Valeur alimentaire des rations du mouton. — W. O. Atwater et C. D. Woods (Connecticut Sta. Rpt. 1894, p. 123-134).

Expériences d'alimentation avec les brebis. — Woods et Phelps. (Connect. Sta. Rpt. p. 92-106.)

* *Expériences sur la digestibilité chez le mouton.* — J. B. Lindsey, R. H. Smith, E. B. Holland. (Massachusetts Sta. Rpt. 1894, p. 146-174.)

Elevage des jeunes agneaux. — G. C. Watson (New-York Cornell Sta. Bul. 88, p. 105).

* *Engraissement comparé de l'agneau par huit rations.* — F. B. Mumford (Michigan. Sta. Rpt. Bul. 128 et Bul 136.)

Rations succulentes et sèches pour l'engraissement des agneaux. — J. A. Craig. (Wisconsin Sta. Rpt. 1895, p. 61).

* *Expériences de digestion avec des moutons.* — C. S. Phelps et C. D. Woods (Connecticut Storrs Rpt. 1895, p. 187-214).

Expériences pour l'engraissement des moutons. — C. E. Lyman (Connecticut Storrs Sta. Rpt. 1895, p. 93).

§ 4.

Farines de froment et de riz pour les porcs. — J. B. Lindsey et Al. (Massachusetts Hatch Sta. Rpt. 1895, p. 237.)

Blé alimentaire pour le porc. — E. D. Porter. C. M. Conner et P. Schweitzer. (Missouri Sta. Bul. 29).

Alimentation des porcs. — Clinton D. Smith. (Michigan Sta. Bul. n° 138).

Alimentation des porcs par le blé. — (W. S. Spillmann Washington Sta. Bul. 16, p. 12.)

Expériences d'alimentation des porcs par le blé et la graine de coton. — C. C. Georgeson, F. C. Burtis et D. H. Otis. (Kansas Stat. Bul. 53, p. 103-114).

Expériences sur les porcs — H. H. Dean (Ontario Agl. College Farm Rpt 1894, p. 149).

Alimentation des porcs avec la graine et la farine de coton. — C. F. Curtiss (Iowa Sta. Bul. 28, p. 173-179).

Alimentation des porcs. — G. C. Watson (New York Cornell Sta. Bul. 89, p. 129).

Alimentation des porcs. — H. T. French. (Oregon Sta. Bul. 35, p. 49-56).

* *Expériences sur l'alimentation des porcs.* — C. A. Cary. (Alabama College Sta. Bul. n° 68).

La production économique du porc. — A. A. Mills. (Utah Sta. Bul. n° 40).

Alimentation du porc. — Hills. (Vermont Sta. Rpt. 94-95.)

Blé alimentaire pour les porcs. — E. C. Chilcott. (South Dakota Sta. Rpt. Bul. n° 38).

* *Expériences sur l'alimentation du porc.* — W. A. Henry. (Wisconsin Sta. Rpt. 1894-95.)

Aliments requis durant la croissance.

Farine de coton et farine de lin.

Valeur relative des aliments cuits et non cuits pour le porc.

Blé comme aliment pour l'engraissement du porc.

Valeur du lait écrémé pour l'alimentation des porcs. — W. A. Henry. Wisconsin Sta, Rpt. 1895, p. 7.

§ 5.

* *Rations d'hiver pour chevaux ; rations de grain pour chevaux de traits.* — J. H. Shepperd (North Dakota. Sta. Bul. 20, p. 137-154).

Il est à noter que la bibliographie, en ce qui concerne l'alimentation des chevaux, est tout à fait réduite.

La cause principale est, sans nul doute, la généralisation de l'emploi des moteurs mécaniques, qui est la règle aux Etats-Unis, pour tous les domaines importants.

Les travaux français, relatifs à l'alimentation du cheval de trait, sont les plus importants (voyez Ann. Sc. agron. fr. et étr.).

§ 6.

Alimentation pratique des poules. — L. Rawson (Dept. Agr. Brisbane Bul. n° 8, 2e série).

Expériences d'alimentation de la volaille. — W. P. Brooks (Massachusetts Hatch Sta. Rpt. 1895, p. 206).

Expériences sur l'incubation des œufs. — (Dairy, 8, 1896), nº 87.

Expériences avec les oies. — S. Cushman (Rhode Island Sta. Rpt. 1895, p. 327).

Alimentation de la volaille. — Connecticut State Station Rpt. 1895.

Soins et nourriture des poules. — G. C. Watson (U. S. Dept. Agr.) Farmers Bul. 41, 24 p.

Expériences d'alimentation de la volaille. — A. G. Gilbert.

* *Expériences d'alimentation relatives à la ponte des poules.* — New York State Sta. Bul. 90, n. ser , p. 167-186.

Expériences avec les dindons. — S. Cushman (Rhode Island Sta. Rpt. 1893), p. 280.

Alimentation de la volaille. (Connecticut State Sta. Bul. 120, p. 15).

Expériences d'alimentation avec des poules pondeuses. — W. P. Weeler. (New York State Sta. Bul. 106.)

Dans l'énumération bibliographique ci-dessus, on n'a pas cité les travaux qui sont du ressort de l'industrie animale, mais qui rentrent plus spécialement dans le cadre de la « Chimie », de la « Laiterie » ou de « l'Art vétérinaire » ; on trouvera sur ces questions 566 mémoires américains, ou étrangers, analysés dans Exp. St. Rec., vol. 5, 6, 7.

La liste ci-dessus est réduite aux faits de « Nutrition générale ou spéciale » et comprend environ 180 mémoires (1895-96), dont beaucoup sont très importants.

Voici en *addenda* les derniers travaux relatifs à l'alimentation de l'homme :

* *Etude des rations d'alimentation des nègres d'Alabama en* 1895-96. — W. O. Atwater et Ch. D. Woods. (Dept. Agr. Bul. nº 38.)

* *Aliments et recherches sur la nutrition en New Jersey en* 1895-96. — Edward B. Worhees. (Dept. Agr. Bul. nº 35).

* *Etude des rations dans le Nouveau Mexique en* 1895. — Arthur Goss. (Dept. Agricult. Bul. nº 40).

* *Etude des rations à l'Université de Purdue en* 1895. — W. E. Stone. (Dept. Agric. Bul. nº 32).

Par ses nombreuses publications le département de l'Agriculture de Washington rend non seulement des services aux agronomes américains mais encore à ceux du monde entier.

Qu'il nous soit permis de rappeler de quel intérêt scientifique est pour les savants la publication si intelligemment conduite *Expériment station Record*.

Nous manquons totalement en France d'une publication similaire qui réaliserait la bibliographie courante et ferait connaître beaucoup de travaux perdus dans les périodiques étrangers nombreux.

En 1895 et 1896 *Experiment station Record* a résumé plus de *53.500* pages de mémoires originaux, et noté les titres de 2907 mémoires ou articles scientifiques agricoles, classés sous les titres suivants : Chimie agricole, Botanique agricole, Bactériologie et Zoologie agricoles, Météorologie agricole, Air, eau et sols agricoles, Engrais et amendements, Récoltes des champs d'expériences, Horticulture, Forêts, Graines et semences, Maladies des plantes agricoles, Entomologie agricole, Aliments et production animale, science vétérinaire, Laiterie, Technologie agricole, Génie rural, Statistiques agricoles.

Devant l'organisation des recherches et de l'enseignement agricole aux Etats-Unis, on ne peut que s'incliner et admirer, en pensant que ceux-là, méritent le succès qui savent l'acheter par tant d'intelligents efforts.

M. Paul RENAUD

Elève à l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles de Paris.

NOUVELLES EXPÉRIENCES SUR L'ÉLECTRO-GERMINATION DES GRAINES

[581.3 — 537]

— Séance du 7 août 1897 —

La graine mûre est à l'état de *vie ralentie*, les échanges avec l'extérieur sont presque nuls ; mais placée dans des conditions convenables elle germe, c'est la *vie active*, il y a respiration, absorption, etc.

Il y a plusieurs conditions qui facilitent ce passage ; on peut les classer en 2 espèces :

1° Les conditions inhérentes à la graine même ou internes, c'est-à-dire la maturité (pour la plupart) et le pouvoir germinatif pour toutes.

2° Les conditions externes, ce sont les conditions nécessaires pour l'absorption des éléments nutritifs : l'oxygène, l'eau, etc. ; parmi lesquelles se trouve la température variant suivant les espèces, comprise entre 5 et 28° pour le trèfle par exemple.

D'après les expériences d'électro-culture jusqu'ici réalisées, on voit que l'action du courant électrique agit tantôt sur les conditions internes en développant le pouvoir germinatif, tantôt sur les conditions externes en facilitant l'absorption des éléments constitutifs.

M. Spechnew à Kiew et à Pskoff en Russie, a pu établir d'après des expériences que l'on peut considérer comme la conséquence directe des recherches de M. Berthelot, deux lois :

1° Les graines soumises à l'action d'un courant d'induction acquièrent la propriété de se développer plus promptement et plus vigoureusement.

2° L'influence du courant continu se manifeste par une accélération considérable du développement et une récolte plus abondante.

La question est déjà ancienne ; les premiers essais sont dus à Mainbray, d'Edimbourg, puis à l'abbé Nollet qui fit quelques tentatives sur les salades, enfin plus tard l'abbé Bertholon apporte des idées nouvelles dans l'étude de l'électro-culture ; le premier il cherche à utiliser l'électricité atmosphérique ; il emploie un appareil appelé électro-végétomètre dont le principe est le suivant : il fait subir aux plantes l'expérience de la douche électrique ; sa source d'énergie étant l'atmosphère.

Ensuite ont lieu une série de recherches, mais les effets ne sont pas concluants ; il faut arriver à M. Spechnew (1884) qui expérimente, en Russie, l'effet du courant d'induction sur les graines, puis en France les expériences du frère Paulin vers 1890, continuées encore actuellement.

Ces deux derniers expérimentateurs ont obtenu des résultats assez satisfaisants ; mais je veux surtout étudier les derniers travaux.

M. Asa. S. Kinney a par une suite d'expériences, effectuées à la Station Hatch du collège d'agriculture du Massachusets, jeté un nouveau jour sur la question.

Il suit la marche de M. Spechnew, en recherchant l'action d'un courant sur diverses graines, et en déterminant quelle sorte de courant favorisait le mieux la germination.

Il emploie un appareil d'induction semblable à celui de Du-Bois-Reymond, formé par une bobine d'induction légèrement modifiée.

La bobine primaire fixe est constituée par un noyau de plusieurs tiges de fer doux disposées en tube, sur lequel sont enroulés 130 tours de fil de cuivre.

La bobine mobile ou secondaire porte 6.000 tours de fil fin, elle peut glisser dans un coulisseau, ou peut ainsi faire varier à volonté la tension du courant. La source employée est constituée par 4 éléments Leclanché montés en série et donnant 4 à 5 volts et de deux éléments Samson n° 1 donnant 2 v 88.

Le courant est envoyé pendant un certain nombre de secondes et à intervalles réguliers, d'heure en heure par exemple, à l'aide d'un mouvement d'horlogerie.

M. Kinney employait deux méthodes, la première rappelle celle de Spechnew ; les graines humides sont enfermées dans un tube et légèrement pressées à chaque extrémité par un disque métallique qui constituent l'un la cathode, l'autre l'anode.

Le cylindre de verre avait $0^m,05$ de diamètre pour les grosses graines et $0^m,010$ pour les petites.

Après avoir électrisé les graines, M. Kinney les fait germer dans un plat en terre poreuse de $0^m,17$ de diamètre au fond duquel se trouve une feuille de papier filtre ; ensuite ce premier plat est placé dans un deuxième en porcelaine de $0^m,22$ dans lequel se trouve de l'eau qui traversant le premier, mouillera le papier et par conséquent humidifiera les graines ; enfin par dessus est une deuxième feuille de papier filtre, et comme couvercle une feuille de papier noir empêche la lumière de pénétrer et laisse circuler l'air.

Il étudia ainsi la moutarde blanche, la rave sauvage, le trèfle rouge et l'orge dont il prit 200 graines ayant trempé pendant 24 heures dans l'eau ; il en fait 8 lots de 25 grammes ; 7 sont électrisés par un courant d'induction interrompu pendant des périodes de 10 minutes ; le tout germant à 18 ou 20°. Le 8e lot sert de témoin.

Ayant opéré sur 1.600 graines il a le pourcentage suivant :

Au bout de	24	heures	67,60 %	des graines	ont germé
—	48	—	78,95	—	—
—	72	—	93,67	—	—

Les résultats obtenus sont donc très favorables, et l'on a en outre pu observer que le courant électrique avait réveillé et pour ainsi dire rendu actives des graines qui seraient restées indéfiniment à l'état de vie ralentie, enfin il avait facilité le développement des gemmules et la croissance des tigelles.

Un deuxième appareil employé par M. S. A. Kinney consiste en un entonnoir de 17 centimètres de diamètre, au fond duquel se trouve placé un disque de cuivre, par dessus du sable humide, dans lequel on dispose 12 graines également espacées, enfin à la partie supérieure un deuxième disque en cuivre percé de 12 trous pour laisser passer les tigelles. On relie alors chacun des disques à un des pôles de la machine électrique, et les graines sont alors électrisées pendant leur germination.

L'avantage de ce dernier appareil réside surtout en ce que les radicelles en se développant viennent au contact du verre, on peut donc les observer facilement.

Enfin, M. Kinney, pour l'observation seulement de la tigelle, emploie des pots à fleurs dont le fond est en cuivre, la partie supérieure est recouverte par une plaque du même métal mais perforée.

Dans le cas de la moutarde, de la rave et du trèfle il obtint les résultats suivants :

Au bout de	24	heures	82,35 %	des graines électrisées	ont germé
—	48	—	88,53	—	—
—	72	—	97,62	—	—
—	96	—	97,62	—	—

M. Kinney compara ensuite les différents modes de courants et mesura la longueur des tiges et des radicelles.

Voici ses résultats :

	Accroissement moyen en cm. des rac. en 72 h.	Pour cent.	Accroissement en 96 h.	Pour cent.
Graines non électrisées.....	1,95	0	4	0
Graines électrisées(courant induit)	2,96	51,79	4,67	16,75
— — à 10 interrupt. par sec.	2,93	50,25	4,52	13
Graines électrisées(courant direct)	2,47	26,66	4,17	4,25

On voit de suite que le courant induit donne un bien meilleur résultat que le courant direct, mais cela provient, je crois, de ce que la tension était trop élevée dans le dernier cas ; de nouvelles observations l'ont fait supposer.

M. Kinney a enfin fait une autre expérience sur des fèves qui furent placées dans du sable humide d'un entonnoir à 5 centimètres de profondeur. Le courant passait durant 30″ toutes les heures, pendant 48 heures. La bobine secondaire traversée par le courant des 4 éléments Leclanché était placée à 0,05 de la bobine induite.

Voici les résultats obtenus :

	ACCROISSEMENT DES RACINES EN CM.		GAIN POUR %
	Semences électrisées.	Semences non électrisées.	
En 12 heures ...	1,87	1,57	19,11
— 24 —	1,58	1,09	44,95
— 36 —	2,53	1,78	42,13
— 48 —	2,65	1,90	39,47

De cette série d'expériences on peut tirer quelques conclusions :

1° L'électricité exerce une grande influence sur la germination et sur le développement des semences ;

2° L'application du courant électrique par courtes périodes accélère la germination de 70 °/₀ en 24 heures, 80 °/₀ après 48 heures, 94 °/₀ après 72 heures ;

3° Pour la germination, la force électro-motrice maxima doit être 1 volt quand le courant est induit ;

4° Pour l'accroissement des tigelles et de la racine, la tension doit être environ égale à 3 volts quand on se sert du courant induit ;

5° Les effets les plus importants se font sentir pendant les premières vingt-quatre heures, et ils sont pour les tiges d'environ 13 °/₀ inférieurs à ceux que l'on obtient pour les racines.

Enfin les derniers travaux publiés à Saint-Pétersbourg sont ceux de M. J. O. Narkewitsch-Iodko ; il emploie l'électricité atmosphérique pour faciliter le développement de la plante.

Pendant 20 ans il a poursuivi ses recherches et il a employé divers dispositifs ; l'un d'eux consiste à créer une pile cuivre zinc en plaçant dans le sol une plaque de cuivre et une plaque de zinc et à les réunir par un fil conducteur reposant sur la terre.

Mais le procédé qui lui a paru préférable, et qui d'ailleurs a un grand intérêt pratique est constitué par un paratonnerre Melsens (groupe de tiges de cuivre dont la pointe est nickelée) placé à l'extrémité supérieure d'une perche de bois de $8^{m},50$ à $10^{m},50$ de haut ; des fils descendent le long de la perche et sont reliés à des plaques de zinc enfoncées dans le sol. Dix à quinze perches suffisent pour un hectare et la dépense n'est pas bien élevée.

Le passage du courant produit deux effets bien distincts :

1° Le terrain est ameublé par les actions mécaniques résultant de ce passage ;

2° Les engrais sont décomposés par électrolyse et rendus plus aptes à être assimilés.

Les résultats obtenus dans des terrains d'une égale valeur agricole et d'une surface d'un hectare, 9 ares, 26 centiares chaque, sont résumés dans le tableau suivant :

NATURE DE LA GRAINE	ANNÉES	QUANTITÉS de semences employées en kil.	QUANTITÉS de semences récoltées (en kil).	
			Culture ordinaire	Electroculture
Seigle	1894	122 9	918 4	1.164 4
	1895	113 5	1.328 4	1.459 6
	1896	113 5	1.115 2	1.361 2
Avoine	1894	147 4	787 2	1.146 6
	1895	147 4	918 4	1.146 6
	1896	147 4	688 8	1.016 4
Orge	1894	147 4	852 6	524 8
	1895	147 4	803 6	492 2
	1896	147 4	574	754 4
Pommes de terre	1894	1.966	9.840	8.856
	1895	1.966	6.888	12.300
	1896	1.966	9.807	13.284
Chanvre	1896	65 5	721 6	852 6

L'examen de ce tableau montre d'une façon bien nette l'effet favorable du courant sur le seigle, l'avoine, le chanvre.

L'orge et la pomme de terre présentent une anomalie qui n'a pas été expliquée.

Enfin les fruits donnent un excellent résultat puisque la production s'est élevée dans certains cas de 312 à 525 kilog.

Une chose à remarquer; sur l'avoine et le seigle, c'est l'espèce de régularisation que semble produire l'électro-culture. Prenons par exemple l'avoine dans les années 1894 et 1895 : la culture ordinaire donne une différence de récolte d'environ 131 kilogrammes, l'électro-culture n'en donne pas ; c'est peut-être encore un avantage à l'actif de ce procédé de culture.

Il faudrait encore quelques expériences sur cette question pour lui permettre d'entrer largement dans la pratique ; mais il ne suffirait pas d'examiner les chiffres des récoltes, il faudrait encore faire entrer en jeu les courbes barométriques, thermométriques et hygrométriques.

Actuellement d'autres expériences sont faites dans cette voie par le docteur O. Losanna, de Turin ; il faut attendre les résultats.

M. A. FÉRET

A Paris.

LE HARNAIS DU CHEVAL
ÉTUDE SUR LA SUPPRESSION DES ŒILLÈRES
AU POINT DE VUE DE LA SÉCURITÉ [685-636.1]

— Séance du 9 août 1897 —

Je tiens à appeler votre attention sur un fait auquel j'attache une certaine importance et qui se rapporte à un fait d'une parfaite correction : c'est que les chevaux de la Compagnie des omnibus de Paris ont la tête libre d'œillères et que le service, si actif, de ses nombreuses lignes, n'en souffre pas. Les cochers font leur service avec une aisance remarquable et nous admirons leur facile direction dans les rues étroites ou encombrées. Le cheval ayant la faculté de voir en arrière, il suffit au cocher de faire un geste du bras pour donner l'élan à son attelage. Il n'a besoin ni de parler, ni de frapper.

Les œillères forment un appendice que je qualifie d'anti-hygiénique : par leur poids et le courant d'air vertical accentué par le mouvement de la tête qui s'abaisse à chaque pas. Au repos, l'air confiné s'échauffe, attire une quantité de mouches autour des yeux, ce qui tourmente l'animal et le rend impatient. Il n'est pas rare que des cas d'ophtalmie se déclarent.

Le cheval, délivré de cette entrave, a une grâce fière qui me charme et donne à ma pensée une satisfaction qui me porte à croire que vous la partagez.

Les chevaux de selle, les chevaux de l'armée — même ceux de l'artillerie et du train des équipages militaires — ont le regard libre.

En Russie, les œillères sont inconnues.

Où est le danger ?

Des recherches archéologiques m'ont appris que, avant l'époque des croisades, nos chevaux n'en portaient pas. Quant aux chevaux musulmans, c'est une nécessité pour les protéger contre les sables soulevés par le simoun.

Pourquoi, chez nous, faut-il que les regards soient choqués par ce fait que les attelages sont presque tous dans le même cas : grands équipages, voitures de maître, voitures de place, de transport, de gros camionnage ; les yeux des chevaux sont voilés de ces œillères pesantes qui, à la longue, deviennent affaissantes pour le port de la tête. Parfois, elles sont chargées de riches armoiries ou d'élégantes initiales, mais cette distinction n'en modifie pas l'effet lourd et disgracieux.

Si j'avais l'honneur d'être membre de la Société protectrice des animaux, j'aurais, depuis longtemps, demandé la parole pour faire cesser ce que je considère comme un supplice lent, intolérable, et j'admire, tout en la plaignant, cette placidité du caratère hippique, de ne pas se montrer intraitable contre cet abus révoltant que l'autorité de l'homme lui inflige.

Que peut-on invoquer pour justifier les œillères ?

Le cheval aurait des peurs subites, son attention serait distraite, on courrait des risques de ses écarts, etc. Je ne mets pas en doute qu'il n'y ait des chevaux à vue sensible ou d'un caractère ombrageux, pour lesquels les œillères sont nécessaires, de même que l'on met une muselière à ceux qui cherchent à mordre.

Dans tous les faits, il y a des exceptions. C'est pourtant moins par la vue que par l'ouïe que le cheval est sensible à la conservation ; les inflexions de ses oreilles l'indiquent assez.

Les selliers, industriels éclairés, suivent donc un mode général, insuffisamment justifié. Prenons pour exemple le cheval à deux fins : s'il est monté, sa tête est libre d'œillères ; s'il est attelé, il en est pourvu. Faut-il donc faire un choix dans le danger ?

En me renseignant auprès des professionnels, quelques-uns m'ont assuré que le harnais était plus élégant avec œillères ; à mon avis, le véritable goût exige que la tête, comme le corps des chevaux, ne soit pourvue que des courroies nécessaires ; mais ici, la conservation de vigueur de l'animal est au premier plan.

Un autre point de vue est la vitesse à obtenir des voitures de place, pour notre arrivée à destination. Le cheval portant *sur la tête* une surcharge continue, un poids mort sans utilité, l'oblige à une allure placide, morne, ou à des mouvements de tête désordonnés, inexpliqués, par lesquels il espère vainement réussir à s'en débarrasser. Cette surcharge d'œillères est d'environ 0,750 grammes pour

les voitures de luxe, 0,850 pour celles de second rang ; elle atteint près d'un kilogramme pour les attelages ordinaires.

On modère par une surcharge plombée, de 2 à 5 kilos, quelquefois plus, *placée sur les reins*, l'ardeur des chevaux de courses qui ont gagné de grands prix, quand ils sont admis à en courir d'une valeur moindre. Il serait contraire aux vues générales de modérer la traction de nos chevaux d'attelage par une surcharge constante, journalière, et placée sur la tête.

Cette tactique userait les forces de l'animal et causerait sa fin prématurée. Quand l'âne se trouve trop chargé, il se roule par terre pour se débarrasser du tout. Le cheval, de caractère débonnaire, n'a pas de ces malices ; il souffre en silence, tombe et meurt, même sans se plaindre.

Apprécions donc la douceur et le courage dont la nature l'a doué pour le bien traiter.

C'est l'animal qui nous rend le plus de services. Et au physique, n'est-il pas le mieux proportionné ? Sa belle tête, sa jolie crinière, son agilité le rendent superbe ; il est l'animal le plus beau de la création, aucun autre ne peut lui être comparé.

Il n'a certes pas besoin d'apparat étranger. On fera donc bien d'éviter les œillères aux jeunes chevaux et de s'assurer du bon effet produit. On agira prudemment avec les autres.

Je fais appel aux Sociétés hippiques, aux Compagnies et aux entrepreneurs de voitures publiques, aux nombreux propriétaires de voitures ; je les adjure de faire cesser l'anomalie que je signale, quand elle ne sera pas exigée par le naturel indiscipliné.

La logique, le correct et l'esthétique en réclament la cessation. En l'accordant au noble animal, leur compagnon de route et d'agrément, souvent au collaborateur de leurs travaux, ils éprouveront l'agréable satisfaction du bienfait et en même temps l'économie de la fourniture et des réparations fréquentes.

P.-S. — J'ai tenu, mes chers collègues, à me renseigner à diverses sources, notamment à l'Ecole vétérinaire d'Alfort, à la Direction de la Compagnie générale des voitures à Paris, à la Compagnie générale des omnibus de Paris. J'ai reçu partout un accueil aussi sympathique que favorable à ma proposition.

M. Decroix, ancien vétérinaire principal de l'armée, président honoraire de la Société protectrice des animaux, auprès de qui je me suis rendu, est très partisan de la suppression des œillères et satisfait que ce sujet soit mis en discussion, car il a lui-même publié un article important qui a paru dans le Bulletin de ladite Société.

Nous pouvons donc espérer une solution favorable.

M. Léon DUFOUR

Directeur-Adjoint du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

COMPARAISON D'UNE AVOINE RUSSE ET D'UNE AVOINE DE BRIE (1)

[633]

— *Séance du 11 août 1897* —

On a fait jusqu'ici peu de recherches sur la valeur comparée, au point de vue alimentaire, des diverses variétés d'avoine. La chose offrirait cependant un grand intérêt pratique.

Dans cette courte note, je me propose simplement d'indiquer quelques résultats qui m'ont été fournis par deux avoines : la première, une avoine noire de Brie, la seconde, une avoine blanche de Russie.

Telle qu'on la donne aux chevaux, l'avoine n'est pas décortiquée, le grain est enveloppé par les glumelles. Or, ces glumelles renferment évidemment une quantité très faible de substances nutritives. Il est donc intéressant de savoir, pour l'une et l'autre de ces avoines, quel poids a le grain proportionnellement au poids total.

Pour le savoir, j'ai pris des volumes sensiblement égaux de ces deux sortes d'avoine, j'ai séparé les grains proprement dits de leurs glumelles et j'ai pesé séparément les grains et leurs enveloppes. Le tableau suivant donne les résultats trouvés :

	Avoine blanche de Russie.	Avoine noire de Brie.
Poids des graines.....	3gr 166	3gr 544
Poids des glumelles.....	1. 528	1 315
Poids total.....	4 694	4 859
Rapport du poids des grains au poids total.....	67,5 %	72,9 %

On voit, d'après ces chiffres, que l'avoine de Brie pèse, à volume égal, plus que l'avoine russe, et que cela provient du plus grand poids du grain proprement dit. Pour l'avoine de Russie, le grain

(1) Ce travail a été exécuté au Laboratoire de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

forme environ les 2/3 du poids total ; pour l'avoine de Brie, il en forme presque les 3/4.

Je me suis demandé ensuite s'il y aurait une notable différence dans la proportion d'eau que contiennent ces avoines. J'ai donc mis un certain poids de chacune d'elles à dessécher dans l'étuve, à 110° environ, jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de diminution de poids. J'ai fait la chose séparément pour les glumelles et les grains. Les résultats suivants donnent les rapports du poids sec au poids frais :

	Avoine de Russie.	Avoine de Brie.
Pour le grain.....	88.7	88.3
Pour les glumelles.....	90	89

On voit que les différences sont inappréciables au point de vue pratique.

Il était intéressant de connaître si dans la rapidité de la germination et de la végétation il y avait des différences sensibles entre les deux variétés d'avoine.

Le 6 avril j'ai fait semer : 1° dans de grands pots de fleurs, 2 pots de chaque variété et 10 grains dans chaque pot ; 2° en pleine terre, 50 grains de chaque variété. Ces grains occupaient une planche de 2 mètres de longueur sur 1 mètre de largeur ; ils étaient donc écartés les uns des autres de $0^{m},20$ dans tous les sens.

Le 13 avril l'avoine de Russie a 9 grains de levés dans chaque pot, les pieds les plus avancés dans chacun des deux pots montrant au-dessus du sol une feuille qui a respectivement 25 millimètres et 17 millimètres de longueur. L'avoine de Brie ne présente que 6 grains de levés dans un pot, 7 dans l'autre, et les feuilles des pieds les plus avancés n'ont respectivement que 15 millimètres et 11 millimètres.

En pleine terre l'avoine de Russie a 31 grains de germés, celle de Brie 12 seulement.

Le 17 avril les différences sont les suivantes :

PLANTES EN POTS

	Avoine de Russie.	Avoine de Brie.
1er Pot :	10 pieds levés ; la longueur de la feuille visible varie de 35 à 55 m/m.	9 pieds levés ; la feuille varie de 39 à 58 m/m.
2me Pot :	10 pieds levés ; la feuille varie de 25 à 60 m/m.	9 pieds levés ; la feuille varie de 35 à 55 m/m.

PLANTES EN PLEINE TERRE

49 plantules	40 plantules

Le 23 avril, dans tous les pots il y a, pour l'une comme pour l'autre 10 grains levés, mais dans son ensemble, l'avoine de Brie paraît être moins développée ; en pleine terre, les 50 grains ont levé pour l'avoine de Russie ; il n'y en a encore que 43 pour l'avoine de Brie ; les derniers ont levé plus tard seulement.

Il apparaît donc bien nettement que l'avoine russe a germé plus rapidement que l'avoine indigène. Dans la suite de la végétation cette dernière a rattrapé la première, car la maturité de la récolte s'est produite à la même époque pour l'une et pour l'autre.

Les plantes en pots ont été mûres au commencement d'août et on a fait la récolte que l'on a laissée ensuite sécher pendant environ un mois.

Les 20 plantes ont donné 80 tiges pour la variété russe et 92 pour la variété indigène. Il y a eu 4.075 grains pour la première et 5.310 pour la seconde. Les épillets de l'avoine de Brie présentent le plus souvent deux grains, l'un beaucoup plus petit que l'autre ; les gros pèsent en moyenne 34 milligr. 2, les petits 19 milligr. 2. Dans l'avoine russe, très souvent le second grain est avorté, de sorte que l'épillet n'en contient qu'un seul, le poids moyen des gros grains est de 34 milligr. 6, c'est-à-dire sensiblement le même poids que pour l'avoine de Brie ; quant aux petits grains qui sont peu nombreux, leur poids moyen est de 13 milligr. 6 seulement ; quand ils existent ils sont donc moins développés que les seconds grains des épillets de l'avoine de Brie.

Le poids total de la récolte a été de :

129	grammes pour	la variété	française
107	—	—	russe

J'ai répété pour les grains de la récolte ce que j'avais fait pour les grains pris dans le paquet qui m'avait fourni la semence, j'ai déterminé le poids relatif du grain proprement dit. J'ai obtenu les résultats suivants :

	Avoine Russe.	Avoine Française.
Poids des grains	7.462	6.994
Poids des glumelles	4.550	3.193
Poids total	12.012	10.187
Poids des grains relativement au poids total.	62,1 %	68,6 %

Les chiffres ne sont pas les mêmes que pour les grains de l'année précédente, mais leurs valeurs relatives sont les mêmes, c'est-à-dire que dans l'avoine de Brie le grain pèse, relativement au poids total, plus que dans l'avoine russe.

En considérant comme récolte véritable seulement le poids des grains proprement dits, on trouve :

et seulement 129 gr. × 0.686, soit 98 gr. 60 pour l'avoine de Brie
107 gr. × 0.621, — 66 gr. 45 — de Russie

La récolte de cette dernière n'est donc que les 2/3 environ de la première.

Pendant un certain temps on avait songé à employer en grand cette avoine russe. Son prix était beaucoup moindre que celui de l'avoine indigène. Mais on a remarqué bientôt qu'elle était beaucoup plus dure, que dès lors, pour que les chevaux pussent la manger sans déchet, il fallait lui faire subir un broyage qui n'est pas nécessaire pour les avoines indigènes ; de là, une certaine dépense qui augmentait le prix.

D'autre part, ce que nous venons de voir pour le poids relatif du grain proprement dit, montre qu'à poids égal (poids total, comprenant grains et glumelles), il y a beaucoup moins de grain, par suite de substances nutritives dans l'avoine de Russie.

Ces considérations justifient le prix réduit de cette avoine et n'en rendent pas l'emploi plus avantageux que celui des avoines françaises.

M. L. BOURDIN

A Lyon.

ESSAI SUR LE CLIMAT DU VIVARAIS

[551.56 (44.82)]

— Séance du 6 août 1897 —

Le Vivarais, limitrophe du Forez dans sa partie septentrionale, est une des régions naturelles de la France dont il est le plus intéressant et le plus utile de connaître scientifiquement le climat. Cette connaissance est intéressante, car le Vivarais ne possède pas un, mais plusieurs climats. Cette diversité tient, d'une part à ce qu'on s'élève très rapidement des bords du Rhône à des altitudes de 1.200, 1.500 et

même 1.700 mètres, et d'autre part, à ce qu'une distance de 120 kilom., du Nord au Sud, sépare le canton granitique de Serrières du canton calcaire de Bourg-Saint-Andéol. De plus, les chaînes de montagnes orientées presque perpendiculairement au cours du Rhône viennent modifier la marche des vents et compliquer encore une étude déjà très complexe.

En deuxième lieu la connaissance de ces climats est utile, et même nécessaire. Comme les départements des Hautes et des Basses-Alpes, le Vivarais est affligé presque périodiquement d'un fléau terrible, les inondations. Or, les ingénieurs des ponts et chaussées ne peuvent exécuter sûrement les travaux de préservation contre les torrents dévastateurs, s'ils ne connaissent avec précision la masse d'eau tombée, en quels points la précipitation d'eau est la plus forte, et en combien de temps elle s'accomplit.

Malgré cette double considération de curiosité scientifique, et surtout d'utilité immédiate, le Vivarais est presque totalement déshérité, pour ce qui est des observations météorologiques. Les seules observations faites actuellement sont celles de M. Vaschalde, à Vals, et celles de l'Ecole Normale de Privas. Et encore ces dernières, je tiens à le signaler publiquement, sont faites de si médiocre façon que chaque année le Bureau Central Météorologique qui en publie les résultats, est obligé d'en supprimer quelques-uns manifestement erronés : d'autre part Privas est situé de telle sorte, au nord du Coiron, abrité des vents méditerranéens, que les observations qui y sont faites n'intéressent que la seule vallée de l'Ouvèze.

Pour composer cet essai Météorologique, j'ai donc été obligé de me rapporter aux observations de M. Vaschalde, de Vals, à celles de Flangergues, à Viviers, de 1778 à 1830, et aussi à des observations exclusivement pluviométriques, qui furent commencées en plusieurs points après les inondations de 1856, mais qui cessèrent toutes vers 1865 ou 1870. J'ai dû compléter ces renseignements trop rares en interrogeant les instituteurs, les paysans, pendant mes différents séjours dans la région, et en comparant leurs réponses avec les résultats obtenus dans les stations voisines de Lyon, Izieux, Le Puy, Mende, Nîmes, Orange et Valence. J'ai pu de la sorte, non pas obtenir des données précises, mais esquisser comme un schéma provisoire que j'ai l'honneur de présenter au Congrès :

1° *Température.* — A Serrières, la moyenne annuelle, sensiblement la même qu'à Lyon, est de 10°5. Cette moyenne croit régulièrement en descendant le Rhône, et, à Viviers, elle est de 13°2. Si on pénètre dans l'intérieur du pays, on trouve la même croissance du N. au S., mais

portant sur des valeurs plus faibles : 11°5 à Privas, 12°3 à Vals. Mais plus on s'élève, plus la température, comme il est naturel, s'abaisse. C'est ainsi qu'au 15 août 1896, sur le Tanargue, je fus heureux de me réchauffer au foyer de la maison forestière.

Cette régularité disparaît quand on considère, non plus les moyennes annuelles, mais les moyennes mensuelles, et surtout les minima et les maxima. Ne voulant pas entrer dans de longs détails, je dirai seulement que le Bas-Vivarais jouit d'une température beaucoup plus égale que le Haut-Vivarais, et que l'écart y est moins grand entre les maxima et les minima absolus. De plus, les maxima s'observent en juillet au nord et en août, au sud.

2° *Pression atmosphérique.* — L'usage du baromètre étant sensiblement moins vulgarisé que celui du thermomètre, je n'ai pu réunir que très peu de renseignements sur la pression atmosphérique. En réduisant les valeurs obtenues au niveau de la mer, nous constatons que la moyenne annuelle varie entre 764^{mm} au Nord et 762 au Sud. Dans la partie basse du Vivarais le maximum de pression s'observe en janvier. La pression décroît ensuite et atteint son minimum en avril, puis remonte rapidement en mai, croît insensiblement jusqu'en septembre, décroît un peu jusqu'en octobre et enfin reprend une marche ascendante. Ces faits concordent absolument avec ceux que l'on observe dans toute la vallée du Rhône.

Mais dans la Chaîne des Boutières, comme dans les Massifs du Mézenc et du Tanargue, ce régime est modifié sous l'influence du régime voisin du Velay, qui diffère en quelques points. Le maximum de pression se trouve non plus en janvier, mais en juillet et en août, le minimum étant toujours en avril.

3° *Vents.* — Dans la partie du Vivarais la plus proche de la vallée du Rhône, le vent du Nord est le vent dominant. A partir du Teil et de Viviers, ce vent prend la direction N.-O., sa vitesse s'accroît, et il porte le nom de « Mistral ». Le vent du Nord domine encore dans tout le Haut-Vivarais, sauf aux points où des vallées trop étroites le font dévier au N.-O. ou au N.-E.

Mais dans la partie montagneuse du Bas-Vivarais, dans la région du Mézenc, de Vals ou d'Aubenas, le vent dominant n'est plus le Nord ou le N.-O., mais le S.-O. Nous nous trouvons ici en présence de la branche méridionale du grand courant aérien venu de l'Atlantique, qui contourne par les plateaux des Causses, le grand Massif Central, tandis que la branche septentrionale le contourne par le Nord et se précipite dans la vallée du Rhône attiré vers le Sud par les basses pressions de la mer Tyrrhénienne. La présence de ce vent du S.-O. qui se fait sentir souvent jusqu'à Saint-Agrève explique les différences de pression que nous avons observées entre ces régions limitrophes du Velay et la vallée du Rhône.

Dans le reste de la province, après les vents du N. et du N.-O., seuls les vents du S. et du S.-E. ont quelque importance. Ces vents soufflent surtout au printemps et à l'automne : or, ce sont là précisément les époques où nous avons trouvé les plus basses pressions atmosphériques. Il résulte de ceci que, dans ces deux saisons, l'hémicycle des montagnes du Bas-

Vivarais arrêtera, d'une part les vents atlantiques du S.-O., et d'autre part les vents méditerranéens du S. et du S.-E. De ce fait, dérivent les abondantes précipitations d'eau qui désolent cette région.

4° *Pluies.* — Je résumerai ainsi les observations pluviométriques faites dans le Vivarais.

1°) Les précipitations d'eau annuelles sont plus fortes au Sud qu'au Nord. Il tombe par an, d'une part 779 millimètres à Annonay, 824 à Saint-Péray, 813 à Privas, et d'autre part 1m,172 à Vals, 1m,548 à Montpezat, 1m279 à Joyeuse.

2°) Dans l'une et l'autre région la haute montagne est plus arrosée que les collines ou bas plateaux voisins de la vallée du Rhône. Dans le Haut-Vivarais, Tournon reçoit 757mm d'eau, tandis que Vernoux en reçoit 881, et Saint-Agrève 1.019. Dans le Bas-Vivarais, Viviers reçoit 921 mm, tandis que Notre-Dame-des-Neiges en reçoit 1m,331.

3°) Dans le Vivarais entier les pluies de printemps sont plus abondantes que celles d'hiver et les pluies d'automne les plus abondantes de l'année.

4°) Dans la vallée du Rhône jusqu'à Tournon, le tracé des hauteurs de pluies s'élève graduellement de janvier à octobre.

5°) Dans le massif du Tanargue, l'été est la saison la plus sèche de l'année.

6°) Dans le reste du Vivarais, les pluies d'été sont moins abondantes que celles de printemps, mais plus que celles d'hiver. Ainsi Privas reçoit 146mm d'eau en hiver, 227 au printemps, 177 en été, 261 en automne.

Enfin 7°) les précipitations d'eau les plus abondantes se répartissent sur le plus petit nombre de jours. Les 955mm d'eau de Vallon sont répartis sur 43 jours, tandis que Privas, avec ses 813mm a déjà 83 jours de pluie, Tournon 85 et Serrières 120.

Pour terminer cette esquisse des différents phénomènes météorologiques, il me faudrait parler de la neige, des brouillards, de la gelée, etc. Mais aucune observation n'a été faite d'une façon suivie à ce sujet, et je n'ose encore tirer de conclusion des quelques renseignements que j'ai pu obtenir, mais que j'espère compléter dans peu de temps.

Si maintenant nous groupons toutes ces données pour en former ce tout complexe qu'on appelle le « climat » nous obtenons les résultats suivants :

C'est à tort que des géographes disent que le Vivarais appartient au climat auvergnat dans ses parties élevées et au climat méditerranéen dans ses parties basses. C'est ne tenir compte que de la température, et la température ne constitue pas seule le climat : elle n'en est qu'un des éléments.

En réalité : *1°)* Toute la région au nord de l'Erieux appartient au climat rhodanien ou lyonnais, pour être plus exact : caractérisé par un grand écart entre les extrêmes de température, par la prédominance des vents du Nord, et par des précipitations d'eau de plus en plus fortes de l'hiver à l'automne.

2°) Le Bas-Vivarais, au S. du Coiron, jouit du climat méditerranéen, caractérisé par une température plus chaude et plus égale, par la prédominance des vents du N.-O., et l'abondance des précipitations d'eau, en automne et au printemps, réparties sur un très petit nombre de jours.

3°) Le massif du Coiron sert d'intermédiaire entre ces deux climats, et, suivant les années, participe de l'un ou de l'autre.

Enfin *4°)* Les hauts massifs du Mézenc et du Tanargue ont un climat caractérisé par un grand écart entre les extrêmes de température, comme au N. de l'Erieux, mais aussi par la prédominance des vents du S.-O., par un été très sec, par l'abondance et la brièveté des pluies. Ce climat se rapproche beaucoup plus de celui des Causses que de celui de la vallée du Rhône.

*
* *

En résumé, nous trouvons dans le Vivarais 3 régions complètement différentes par leur climat, et une région de transition. Ce sont là des conclusions que je crois nouvelles et que j'ai l'honneur de soumettre au Congrès.

M. Ludovic DRAPEYRON

Directeur de la *Revue de Géographie*, à Paris.

SUITE DE L'ENQUÊTE SUR LA CARTE TOPOGRAPHIQUE DE LA FRANCE PAR CASSINI DE THURY

[912 (44)]

— Séance du 6 août 1897 —

Nous mettons sous les yeux du Lecteur le *Questionnaire* que nous avons dressé sur l'exécution de la carte de Cassini.

QUESTIONNAIRE

I. Antécédents de la carte de Cassini.

II. La Méthode de *Cassini de Thury*. En quoi elle a innové. Comment elle a rendu possible la grande carte topographique qui porte son nom.

III. L'Association formée en 1756 pour la confection de la carte. Ses principaux membres. Documents réunis par eux et transmis à leurs héritiers.

IV. Les directeurs de l'entreprise. Les trésoriers.

V. Le dépôt de l'Observatoire. Son organisation. Ses chefs successifs, principalement les *Capitaine*, père et fils. Reconstituer leur biographie.

VI. Rôle de l'Ecole des Ponts et Chaussées, fondée par Trudaine, en 1746, et de son directeur *Perronnet*.

VII. Les ingénieurs de la Carte de Cassini : *Beauchamp*, etc.

VIII. Instruments et levés topographiques : *Deparcieux*, etc.

IX. Dessinateurs : *Seguin*, etc.

X. Graveurs : *Brunet, Aldring*, etc.

XI. Ecrivains : *Bourgoin*, etc.

XII. La nomenclature. Rôle assigné par Cassini de Thury, aux Seigneurs terriens et aux Curés des paroisses dans la révision des feuilles.

XIII. Chronologie des feuilles de la carte de Cassini, c'est-à-dire publication successive de ces feuilles.

XIV. Part contributive, au point de vue des dépenses : 1° des associés ; 2° des souscripteurs individuels ; 3° des pays d'Elections ; 4° des pays d'Etats. Résistance de la Bretagne.

XV. Traitements des collaborateurs.

XVI. La carte de Cassini prise pour modèle à l'étranger. Carte de la Belgique, par de Ferraris, et autres cartes.

XVII. Œuvres concurrentes en France, analogues à celles que nous ont fait connaître MM. Vignols, pour la Bretagne, et Jules Gauthier, pour la Franche-Comté.

XVIII. Contrefaçons de la carte de Cassini.

XIX. Le transfert de la carte de Cassini au Dépôt de la Guerre.

XX. Corrections faites sous le Consulat et sous l'Empire à la carte de Cassini.

XXI. Usage qui a été fait, au point de vue civil et au point de vue militaire, de la carte de Cassini.

XXII. Rapports de filiation et comparaison de la carte de Cassini et de celle de l'Etat-Major.

XXIII. Appréciations faites de la carte de Cassini par les personnes compétentes.

Ce questionnaire reproduit par les Bulletins des plus importantes Sociétés de géographie de notre pays et par les plus notables Revues scientifiques, a provoqué par toute la France des réponses toutes intéressantes, quelques-unes vraiment capitales.

— Sur le château de Thury même, propriété de M. de Villefroy Cassini, l'éminent artiste que nous y avons visité (novembre 1893), nous vient une description par une habituée de cette résidence, Mme de Courpon, nous la donnâmes dans la *Revue de géographie* (mai 1895). L'auteur rappelait que récemment un torpilleur avait reçu du ministre de la marine le nom de Cassini.

Un descendant des Capitaine, les lieutenants des Cassini, M. Arachequesne, se présentait à nous et déposait entre nos mains une masse de documents, pièces de notaire pour la plupart, qui les mettaient en pleine lumière. Nous sommes arrivés ainsi à reconstituer leur biographie très intéressante, *omise par tous les dictionnaires historiques*, et nous en donnâmes communication en présence d'une nombreuse compagnie dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, le 24 novembre 1895. Nous étions parvenus à distinguer *quatre* Capitaine :

1° Pierre-Charles Capitaine, originaire de Litz en Beauvaisis (Oise) ingénieur-géographe, gardien du Dépôt de l'Observatoire de 1763 à 1778, année de sa mort, survenue à l'Observatoire même;

2° Louis Capitaine, mort en 1802, gardien du Dépôt également, de plus premier ingénieur et associé de la Carte, à la mémoire duquel se rattachent l'achèvement de la Carte et la confiscation au profit du Dépôt de la guerre, le 21 septembre 1793;

3° Pierre-Charles CAPITAINE, frère du précédent, employé pendant sept ans au levé de la Carte de Bretagne (Carte de Cassini);

4° Pierre-Nicolas CAPITAINE (1772-1838), frère des précédents, capitaine du génie, ayant collaboré au levé des nouvelles frontières sous la République et à l'*Atlas des places fortes*.

Les trois derniers Capitaine sont fils du premier, le troisième est né d'un second mariage.

De Beaune (Côte-d'Or), et d'un homme de lettres, M. Louis FOURNIER, nous arrivait une notice biographique sur François PASUMOT, et sur son frère Jean-Baptiste, tous les deux Bourguignons et Beaunois.

François est né en 1733, mort en 1804, à Beaune même. Il a été ingénieur géographe. Il a collaboré à l'œuvre de Cassini pour la *Normandie*, la *Champagne* et la *Flandre*. Dans les dernières années, il a eu un emploi de sa spécialité au ministère de la marine. Une inscription commémorative a été placée au frontispice de la maison où il est mort. M. Gautheret, membre de la Société d'archéologie de la Côte-d'Or, lui a consacré une notice dans ses *Auteurs beaunois* des XVI^e^, XVII^e^ et XVIII^e^ siècles (1893). Deux numéros du *Bien public de la Côte-d'Or* (Union Bourguignonne), du 7 mai et du 14 juin 1895, ont été annexés à l'envoi de M. L. Fournier qui consacrera un travail étendu aux Pasumot.

Un érudit et un spécialiste bien connu, M. H. DUHAMEL, nous envoyait de Gières (Isère), une communication des plus importantes.

C'était un ensemble de 115 pièces, réunies par lui et parfaitement bien classées qui donne, au moyen de reçus, les noms d'un grand nombre d'ingénieurs et de graveurs de la Carte de Cassini, visant les parties les plus diverses de la carte. Il y a notamment une « Quittance signée par tous les ingénieurs géographes, avec tableau des appointements et suppléments, 2 octobre 1773. » « Quittance collective signée par tous les ingénieurs géographes militaires pour 1781, avec tableau des appointements de chacun des ingénieurs. » On comprendra toute l'importance de ces deux pièces. Il y a un mémoire sur les travaux du P. Quillet en Bretagne. Une carte indique le travail fait par M. Garreau au nord et au nord-est de Dinant ; une carte de la Loire à l'ouest de Nantes marque les parties entreprises par MM. Gaultier et Cottereau. Il y a un état des lieux d'observation dans les calculs entrevus dans le canevas géométrique de 1774, établis à Cornouailles dans la province de Bretagne. Les reçus signés CAPITAINE (il s'agit du premier) sont très nombreux. Les noms des ingénieurs de Beauchamp, Mentelle, Rousselot, Viget, Pouillard, Marie, Le Roy des Carreaux, Fontaine ; des graveurs Moithey, Brunet, Seguin, Bourgoin, Ballery-Desfontaines,

Boucher ; des constructeurs d'instruments Canivet ; de l'imprimeur Aubert ; du vérificateur Cornuau. Bref, on a le personnel de la carte à peu près au complet.

— M. L. Brehier, professeur agrégé d'histoire au Lycée de Bourges, nous a adressé la communication la plus notable, celle du moins qui sera écoutée avec le plus de plaisir. Elle est extraite de la liasse 318, f° (Intendance) aux Archives du département du Cher. Signalée et analysée par M. Valois (*Mémoires de la Société des antiquaires du Centre*, XVI^e^ vol., année 1888-1889, p. 247), elle l'a été d'une manière elle-même très incomplète et n'a jamais été publiée.

Plus de dix ans avant que Cassini eût mis la main au Berry, son Eminence Frédéric-Jérôme de Roye de La Rochefoucauld (1701-1757) fils du comte de Roucy, lieutenant général et commandant de la gendarmerie de France, archevêque de Bourges depuis 1729, ambassadeur à Rome, chargé de la feuille des bénéfices, président des assemblées du clergé en 1750 et en 1755, grand aumônier, stimulé par l'exemple de la Cour, voulut devancer la Compagnie et employa le ministère de son grand vicaire, M. de Cicé, pour faire lever par les curés de son diocèse la Carte du Berry. Il fit faire un projet de description des paroisses.

Une *Méthode* fut jointe à la lettre du curé de Pandy. Le plan de la paroisse de *Pangy* servit de modèle. Plus d'un prêtre se signala par son zèle, notamment ceux de Saint-Plaisir, de Bagneux, d'Aubigny. En 1755, le cardinal de La Rochefoucauld avait fait une dépense s'élevant à 20.400 livres.

Cassini, dans sa correspondance, nous signale le bon exemple donné antérieurement par l'évêque d'Amiens.

Quand Cassini et Montigny intervinrent sérieusement, c'était en 1764, sept ans après la mort du cardinal, la Carte exécutée sur ses ordres, non pas pour faire concurrence à la grande carte topographique, mais pour lui frayer les voies, se trouva fort défectueuse. « On est surpris, lit-on dans une lettre du 26 février 1765, que toutes les rivières qui viennent de sept ou huit lieues à la ronde se perdent toutes dans la ville comme dans un gouffre. » Le 27 mars 1766, une commission d'ingénieurs pour la Carte générale de France fut délivrée au sieur Luc « pour lever, mesurer, dessiner et vérifier les détails de la Province du Berry, Poitou et pays adjacents ».

Une ordonnance de l'Intendant Dodart en faveur de Luc avait été délivrée à Bourges, dès le 7 mars 1764. Par une lettre de Montigny nous apprenons (16 janvier 1764) « que l'on aurait été forcé de ralentir pendant la guerre de sept ans les travaux de la Carte de France,

si M. Boutin, intendant de Guienne, Turgot, intendant du Limousin, et de la Michodière, intendant du Lyonnais, n'y avaient pourvu. En conséquence, nous avons porté tous nos ingénieurs sur la Guienne, le Limousin et sur le Lyonnais.

Quant à la carte même de Berry, elle existe à la Préfecture « mais elle a le malheur, nous écrit M. Brehier, d'avoir été noircie dans l'incendie qui a consumé une partie des archives et elle est dans un état si lamentable qu'il est impossible d'en rien tirer. Je le regrette vivement, car le peu que j'en ai vu, me prouve que les principales lignes du relief y sont presque aussi bien indiquées que sur les cartes d'Etat-Major ».

Ce malheur est chose réparable, quand on a la carte de Cassini au complet.

— M. DE REY-PAILHADE, président de la Société de géographie de Toulouse, nous annonce qu'il se propose de faire sur la partie de la carte de Cassini qui concerne le Toulousain, œuvre de Dupain-Triel fils et de Lalande (1772), un travail complet. Un texte intéressant sur les « Indicateurs » a été exhumé à ce propos.

« Le 15 octobre 1769, il est passé dans la communauté de Grenade des ingénieurs pour lever le plan du royaume, auxquels les proposants (les Consuls) ont été obligés de donner des *indicateurs*, suivant l'ordonnance de l'Intendant, lesquels indicateurs demandent un *honoraire* pour six jours qu'ils ont vaqué, soit au clocher pour leur donner les noms de toutes les métairies, châteaux et chaumières qu'ils ont pu découvrir, soit pour les avoir accompagnés dans la juridiction, pour leur montrer les rivières, ruisseaux, collines et bois.

Le 11 décembre 1895, M. Charles JORET, professeur à la Faculté des Lettres d'Aix, correspondant de l'Institut, nous avertissait d'une découverte qu'il venait de faire aux archives départementales de Marseille, et au mois de février suivant, il nous adressait, après les avoir fait copier, « des documents officiels » sous ce titre « *Assemblée des procureurs du Pays de Provence* », relatifs à la part contributive des Etats de Provence (1776-1778) : c'est l'archevêque d'Aix qui traita en leur nom. 27.000 livres seront remis à Cassini, 28.546 en y comprenant des fournitures extraordinaires. En 1791, il restait encore à payer 5.146 livres.

— M. J. CORCELLE, professeur agrégé au Lycée d'Annecy, nous a signalé une carte particulière des pays de Bresse, de Bugey et de Gex par Seguin, sous le patronage de Cassini, Camus et de Montigny (1776). Il nous parle en outre du signal de Cuerme (Ain), qui naguère encore portait les traces des repères de Cassini. C'est un belvédère naturel

d'où la vue est immense. Aux Estables, commune la plus élevée du département de la Haute-Loire, au pied du mont Mezenc, des ingénieurs de Cassini ont été massacrés par des « sauvages paysans ».

— M. Vignols, secrétaire général de la Société d'Etudes historiques et géographiques de Bretagne, dans son *Inventaire cartographique des Archives d'Ille-et-Vilaine*, du *Musée archéologique de Rennes* et de la *Bibliothèque* de M. de Palys, non seulement relève les cartes de Cassini, relatives à la Bretagne, mais il nous montre trois graveurs-dessinateurs et, ces cartes de Chalmandrier, Desehrt, Le Roy jeune, employés déjà à la carte géométrique détaillée de la partie des côtes de Bretagne qui s'étend de Saint-Malo au cap Fréhel, « où on voit la descente des Anglais sur cette côte de Saint-Cast, le 4 septembre 1758. leurs différents campements, leur marche et leur défaite le 11 du même mois par les troupes françaises et la noblesse de Bretagne aux ordres de M. le duc d'Aiguillon, pair de France ».

Au numéro 109. 38 figure le plan détaillé d'une partie du cours de la Loire levé en conformité de l'arrêt du Conseil du 6 septembre 1776. Perronet avait visité cette section de la Loire en août 1772, pour vérifier le bien fondé des assertions de l'ingénieur Mogin, attaqué au sujet de la valeur de ses travaux, exécutés depuis 1756. Perronet approuva Mogin.

— M. Laurain, ancien élève de l'Ecole des Chartes, nous écrit que la Bibliothèque de Clermont-en-Beauvaisis possède de Cassini IV un manuscrit intitulé : *Mes Annales*, où est retracé l'enlèvement de la carte de Cassini ; il se propose de le publier avec commentaires. Nous avons vu ce document lors de notre visite à Clermont.

— M. J. Colette, ancien capitaine, a entrepris, sur la projection de Cassini, celle qu'il a employée dans sa grande carte topographique au 86; 400, une étude où il s'appuie sur les travaux de Puissant (1805-1812) et sur l'œuvre plus récente de M. A. Germain, concernant le même sujet.

— M. Gabriel Marcel, conservateur adjoint à la Bibliothèque nationale, a attiré notre attention sur :

« La Carte de Bourgogne, dédiée à Monseigneur Machault, chevalier, seigneur d'Arnouville et autres lieux, commandeur grand trésorier des Ordres du Roy, conseiller ordinaire au Conseil royal, contrôleur général des finances, levée par ordre de la Cour, par le sieur Jean Quinet, ingénieur des Ponts et Chaussées, vue et vérifiée par MM. Cassini et Maraldi, de l'Académie des Sciences, gravée à Paris, par Jean Lattré, avec privilège du Roy, 1748 » (C. 1981) 4 feuilles.

Sur :

« Carte particulière du duché de Bourgogne, levée géométriquement par ordre de MM. les Etats généraux de la province, bailliages et subdélégations, faisant partie de la Carte générale de la France, levée par ordre du Rey et par les ingénieurs géographes de sa Majesté, de l'Académie des Sciences, dressée et exécutée par le sieur Séguin, ingénieur géographe du Roy, en 1763. Les ornements d'après les dessins du sieur Galey, inspecteur des documents du Roy, l'écriture par Bourgoin » (C. 18550 86). 15 feuilles.

Enfin sur :

« La Carte itinéraire de Bourgogne dressée par ordre de MM. les Elus de cette province, par le sieur Seguin, ingénieur du Roy, en 1771, avec des augmentations et corrections faites en 1780. Bourgoin, scripsit » (C. 20.485).

M. G. Marcel a aussi annoncé un « acte » qui est en sa possession et qui a trait à l'acquisition par Cassini de Thury de la terre de Villetaneuse, près de Saint-Denis.

— M. le Colonel Albert de Rochas, administrateur de l'Ecole Polytechnique, nous montre dans son plein la rivalité des ingénieurs militaires et des ingénieurs civils :

« Je vous signalerai la carte commencée en 1775, sous la direction du capitaine de génie d'Arçon, par ordre du maréchal de Muy, ministre de la guerre ». Cette carte, nous écrit M. Albert de Rochas, fait suite à celle de Bourcet, de manière à comprendre tout le pays qui s'étend entre notre frontière Sud-Est, le Rhône et la Méditerranée ; pour remonter le long du Jura et des Vosges jusqu'à Huningue au $\frac{1}{14.600}$.

Les premiers collaborateurs de d'Arçon furent MM. de Baratier, Tardy, Tournadre, Charavel, Flacher de la Jomarière, Phébon, le chevalier de Saint-Paul, tous officiers du génie.

Le 16 août 1776, d'Arçon écrivait :

« Des géographes, se disant ingénieurs (dans le fait ouvriers de M. de Cassini, de l'Académie des Sciences), se sont répandus sur cette frontière pour le travail d'une carte détaillée dont cet académicien, en vertu d'un arrêt du Conseil, a obtenu la publication pour toutes les provinces du royaume.

« Je n'insisterai pas sur le désagrément d'une sorte de conflit indécent entre les officiers d'un corps respectable et de gens se disant ingénieurs et de plus académiciens, ne dédaignant pas pourtant de se

faire payer à boire par les communautés, les constituer en frais, en exiger des corvées, s'enivrer avec les paysans. »

Pour l'imitation de la Carte de Cassini hors de France, nous avons reçu des renseignements de l'Italie, de l'Autriche, de la Russie, des Etats-Unis d'Amérique.

— Par M. le chevalier d'Arneth, conservateur des Archives d'Etat Impériales et royales d'Autriche, nous avons reçu récemment une correspondance entre les ministres d'alors et Cassini de Thury. Il s'agissait de lever la Lombardie, et Cassini lui-même se chargeait du travail. Nous ferons prochainement une communication sur ces documents qui datent de 1776.

— Cette année même, au Congrès des Sociétés savantes et au Congrès national géographique de Saint-Nazaire, nous avons pu, grâce à une découverte faite par nous au Dépôt de la Marine (rue de l'Université), reconstituer la carrière de Jean-Antoine Rizzi Zannoni, que M. Aldo Blessich, savant géographe de Naples, a signalé à notre attention, à propos de son œuvre capitale, *faite d'après les principes de Cassini de Thury*, sa grande carte topographique du royaume de Naples, en trente-deux feuilles. Rizzi Zannoni a séjourné au moins dix-neuf ans (1757-1776) à Paris. J'ai été frappé tout d'abord de la grande place que tient, dans notre cartographie, celui que l'abbé Galiani appelait « le premier des géographes de l'Europe » et qui ne figure pourtant dans aucun dictionnaire historique. J'ai été assez heureux pour trouver, au Dépôt de la Marine, une notice biographique, arrêtée en 1774 et contresignée par Zannoni lui-même, ainsi qu'un Diplôme d'ingénieur géographe et hydrographe à son nom, revêtu de la griffe du roi Louis XV. Il naquit en Dalmatie, en 1736, fit de brillantes études à l'Université de Padoue, parcourut le Levant, visita Constantinople, la Russie, la Pologne, la Suède et le Danemark, où il fit des travaux originaux, devint en Allemagne membre de l'Académie royale de Goettingue et de la Cosmographique de Nuremberg, fut appelé, en qualité d'ingénieur géographe, à l'armée du Prince Henri de Prusse, frère de Frédéric-le-Grand, et fut fait prisonnier par les Français à la bataille de Rosbach ; il publia concurremment à Paris et à Nuremberg *le Théâtre de la guerre de sept ans*, à différentes dates, fit des travaux cartographiques auxquels le convièrent le Portugal, la Bavière et le *Royaume de Naples*, illustra les travaux historiques de Velly, Villaret et Fontanieu, exécuta, pour le duc de Choiseul et le duc d'Aiguillon, une carte de Pologne et une autre de la partie septentrionale de l'Empire Ottoman. En 1772, il devint gardien du dépôt de

la marine et, peu de temps après, premier ingénieur hydrographe, donna une Carte de la Manche, de la mer du Nord. De retour dans la République de Venise, il fit le levé du Padouan et de la Lombardie et fut attiré par le général Acton et l'abbé Galiani à Naples, où il est mort en 1814, après avoir exécuté des œuvres cartographiques considérables, que nous retracera M. Aldo Blessich.

— Mme DE HARRASOWSKY nous a fait connaître la brochure intitulée : *Die Projectionen der wichtigsten vom. K. K. General, quartier meisterstabe und von K. K. militär-geographischen Institute herausgebenen Kartenwerke*, par Heinrich Hartl *K. K. major in militär geographischen Institute* (Wien, 1886), où il est, par deux fois, question de la projection de Cassini (pages 26 et 29) et où il est dit que les coordonnées de Cassini furent employées en 1806 lorsque l'Etat-major entreprit les travaux trigonométriques de l'Empire d'Autriche.

— La Carte de Russie en cent feuilles, travail collectif, sans nom d'auteur, nous écrit M. le général VENUKOFF, fut commencée sous Catherine II et terminée au début du XIXe siècle. L'échelle fut plus petite que celle de Cassini. Elle présentait toutes les villes et tous les villages et les principales routes. Napoléon s'en servit pendant la campagne de 1812. Il n'y en avait pas d'autre.

— Enfin, nous recevons de New-York, de M. NESTLER TRICOCHE, fils du général français bien connu, sur *Topographie et l'influence de Cassini de Thury aux Etats-Unis*, un travail trop long pour être inséré dans cette note. Nous en extrayons ces lignes : « C'est indubitablement à l'essor donné à la topographie, par Cassini, qu'il faut attribuer les premiers efforts faits par Hassler pour lever les Etats-Unis. Aucune carte, digne de ce nom, ne semble avoir vu le jour avant 1832. Les travaux entrepris par Hassler, dès 1807, ne prennent corps que plus de vingt ans après. Cette œuvre, connue sous le nom de *The Planing of the United States Coasts and geodesic Survey*, avait principalement pour objet de lever les côtes de l'Atlantique en suivant les méthodes employées pour le fameux levé du Royaume Britannique en 1791, basé lui-même sur les travaux de Cassini de Thury.

— CASSINI lui-même a raconté comment a été faite par lui la jonction topographique de la France et de l'Allemagne, dès 1762.

— M. le général DE LA NOÉ, directeur du Service géographique de l'armée, fait faire en ce moment un travail où les « rapports de filiation de la Carte de Cassini et de la Carte d'État-Major seront bien établis ». Ce sera la plus précieuse contribution à notre « Questionnaire ».

M. J.-V. BARBIER

Secrétaire général de la Société de Géographie de l'Est; à Nancy.

DE LA SITUATION FAITE AU PROJET DE LA CARTE DU MONDE PAR LES RÉSOLUTIONS DE LA COMMISSION OFFICIELLE DE LA DÉCIMALISATION DU TEMPS ET DES ANGLES (1).

[912]

— Séance du 6 août 1897 —

Lors de la session de Lorient, en 1896, le Congrès des Sociétés françaises de géographie émit, sur la proposition même de M. Bouquet de la Grye, un vœu en faveur du renvoi, devant une Commission officielle dont feraient partie les Membres du Bureau des longitudes, de la question de la division décimale des angles et du temps.

Dans la pensée des membres du Congrès, sinon même dans celle de l'auteur de ce vœu, il s'agissait de confier à cette Commission le soin de déterminer le diviseur commun à la circonférence et au jour, de fixer la relation tant souhaitée, suivant le système décimal, entre l'unité du temps et l'unité d'angle.

Le vœu a reçu satisfaction, en ce sens que ladite Commission a été nommée, a fonctionné et a donné ses conclusions. Il n'en va pas tout à fait de même pour les solutions proposées. Pour nous, qui nous sommes occupés de ces deux questions, mais principalement de l'application de la division décimale à la circonférence, en vue du projet de carte du monde, et, incidemment, de la division décimale du temps — avec le désir intime de les voir concorder entre elles, — les conclusions de la Commission officielle nous ont littéralement déconcertés. Il a paru à notre Commission technique que, si la Commission officielle avait pris à tâche de creuser plus profondément le fossé qui sépare actuellement la division du temps et celle des angles, elle ne s'y serait pas prise autrement.

(1) Note rédigée au nom de la Commission technique de la Société de géographie de l'Est.

Cette impression ne nous a pas été exclusive. Les électriciens, dont lesdites conclusions bouleversaient la base de l'unité C. G. S. (centimètre, gramme, seconde) qu'ils eurent tant de mal à créer, repoussent la décimalisation de l'heure actuelle. Les astronomes, par l'organe de la Société astronomique de France, ont protesté avec énergie contre la décimalisation de la division angulaire ; d'où l'on peut inférer, — à moins de contradiction, — que leurs collègues de la Commission officielle ont dû se trouver en désaccord avec la majorité de ses membres.

En adoptant, en effet, le système décimal pour les angles (1), et le système duodécimal mitigé de décimalisation (système Sarrauton) pour le temps (2), le rapport simple de 3 à 2 ou de 1 1/2 qui existe actuellement entre 360° et 24 heures, fait place au rapport de 6 à 100 (0,06) (3), expression décimale en ce qui concerne la valeur angulaire du *grade*, comparée à celle de l'*heure*, mais qui devient le rapport de 100 à 6 $\left(\frac{100}{6}\right)$ (4) pour l'*heure* comparée au *grade*.

Pourtant, le rapport de la Commission officielle n'ayant pas encore été publié, il faut se borner, actuellement, à cette simple constatation. En ce qui concerne notre Commission technique, elle serait d'autant plus en mauvaise posture pour discuter les solutions proposées qu'en somme elle a reçu satisfaction du côté qu'il l'intéressait particulièrement : à savoir l'adoption du système décimal à la division de l'angle droit.

On se rappelle qu'en effet, dans la même session, le Congrès de Lorient, sur notre proposition, émit un vœu en faveur du partage de la carte du monde, — projet Penck, — par zones de 4°30′ en latitude, correspondant à 5 grades, avec indication simultanée, mais distincte dans un double cadre, des deux systèmes de divisions, de manière à préparer la transition entre le système duodécimal actuel et le système décimal dont la pluralité des géographes réclament l'adoption. Notre Commission technique reçoit donc, par la décision de la Commission officielle, un appui indirect sans doute, mais très appréciable.

Et, à tout prendre, si l'on veut bien remarquer que ces 4°30′, ou 5 grades d'arc, pris en longitude, correspondent en *temps* à 18′ du système actuel et à 30′ du système Sarrauton adopté par la Commis-

(1) On sait que le mode préconisé par la Commission officielle est le système suivi pour la carte de France 1/80,000e : l'angle droit divisé en 100 *grades*.

(2) M. Sarrauton maintient la division du jour en 24 heures, mais il divise l'heure en 100 minutes, et chacune de celles-ci en 100 secondes.

(3) Le quart de la circonférence, ou 100 grades, correspond à 6 heures.

(4) Rapport qui, converti en fraction décimale, donne lieu à la fraction périodique simple de : 16.666.666.

sion officielle, sous le rapport exclusivement géographique la solution proposée n'est pas pour nous gêner davantage que la division actuelle du temps. Cela toutefois n'explique ou ne justifie la contradiction, apparente tout au moins, de conclusions de la Commission officielle.

Puisse donc le Congrès international auquel cette Commission entend soumettre sa proposition, recommander tout au moins, l'adoption de la division décimale de l'angle droit au monde civilisé.

Pour cela il faudrait que ces propositions rencontrassent d'abord, en France, un accueil différent de celui qu'elles ont reçu jusqu'ici des plus intéressés. Car si, déconcertés comme l'ont été les savants français, les savants étrangers, solidarisant les deux propositions, venaient à les repousser toutes deux, la solution à venir, quelle qu'elle soit, de ce double problème subirait un irrémédiable recul.

Aussi, est-il grand temps que la Commission officielle publie son rapport. Il y a lieu de croire qu'elle ne s'est point déterminée sans de fortes raisons ; mais, comme ces raisons échappent au plus grand nombre, il importe de lever au plus tôt des doutes qui, en persistant, compromettraient gravement le succès de l'une ou l'autre des solutions proposées.

M. H. VALLADAUD

Délégué de la Société de Géographie commerciale de Paris.

NOTICE
SUR LE LIEUTENANT DE VAISSEAU FRANCIS GARNIER

[925-910]

— Séance du 7 août 1897 —

Nous avons souvent entendu adresser aux Stéphanois le reproche de ne pas avoir suivi le mouvement géographique moderne par la création d'une Société de géographie, comme l'ont fait beaucoup de villes quelquefois moins importantes.

Si nous sommes obligé de convenir que Saint-Etienne n'a pas comme Lyon, Nancy, Le Havre et d'autres villes, l'avantage de posséder une Société de géographie, nous estimons cependant que tous les Stéphanois ne se sont pas désintéressés des grandes questions commerciales et coloniales, objet des constantes préoccupations des Sociétés de géographie ; nous n'en montrerons comme preuve que l'exemple de Francis Garnier.

Nous avons cru devoir profiter, en effet, de ce Congrès pour essayer de faire revivre devant vous cette grande figure stéphanoise, trop heureux si notre travail pouvait contribuer à lui faire rendre un nouvel honneur par ses compatriotes et à engager les jeunes gens à chercher eux aussi, loin de la mère-patrie, de nouveaux débouchés pour notre industrie nationale.

Une rue de Saint-Etienne porte le nom de Francis Garnier, mais rien ne rappelle ici à l'étranger ce qu'était ce marin héroïque dont l'œuvre bien qu'appréciée après sa mort, a été si discutée et surtout si oubliée depuis.

Parler d'un mort dans un Congrès pour l'avancement des sciences peut paraître singulier : cependant nous croyons qu'en rappelant les faits et gestes de Francis Garnier, loin de nous éloigner du but proposé par le Congrès, nous l'atteignons directement, car les exemples donnés par ce héros sont bien faits pour encourager l'avancement de la science géographique.

FRANCIS GARNIER

La France doit à ses explorateurs, à ses missionnaires et à ses marins le renom de gloire et de grandeur dont elle jouit partout à l'étranger. Les uns et les autres, au prix de mille fatigues, de mille embûches, souvent au péril de la vie, ont parcouru le monde, portant haut et ferme le drapeau qui symbolise la France.

Le marin dont nous allons vous retracer la biographie a par sa vaillance et ses réelles qualités d'administrateur sa place marquée au premier rang de nos gloires nationales.

JEUNESSE DE FRANCIS GARNIER

Francis Garnier naquit à Saint-Etienne (Loire), le 25 juillet 1839. Il se sentit de bonne heure irrésistiblement entraîné vers la marine. Ses parents, inquiets d'une vocation qui n'annonçait pour eux que

séparation et périls, s'efforçaient vainement de l'en détourner. Supplications, refus de livres spéciaux, tout fut inutile. Après de brillantes études au lycée de Montpellier, il entra à l'Ecole navale en 1855.

Aspirant de 1re classe, il s'embarqua sur le *Duperré*, pour prendre part à la campagne de Chine (1859). Un incident pendant la traversée fit connaître ce qu'il y avait en lui de résolution hardie. Une nuit, par une mer houleuse, retentit ce cri sinistre : Un homme à la mer ! Garnier était couché ; réveillé en sursaut, il franchit le sabord et se jette résolument à la nage. Il fut assez heureux pour saisir le disparu (c'était un officier de cavalerie, M. de Neverlé) et se maintenir avec lui, jusqu'à ce qu'un canot eût eu le temps de les recueillir tous les deux. Le navire était en marche. Le grade d'enseigne de vaisseau récompensa l'aspirant de vingt ans.

Après l'expédition de Chine, Garnier prit encore part à l'attaque des lignes redoutables de Ki-Hoa (1861) contre le maréchal annamite Nguyen-Tri-Phuong. Garnier retrouvera douze ans plus tard, à Hanoï, cet habile homme de guerre, ennemi acharné des Français.

Premières vues de Francis Garnier sur l'importance du Mékong comme voie de pénétration au Thibet. — En 1863, Garnier était administrateur de l'arrondissement et de la ville de Cholen ; il entrevoyait déjà, à cette époque, l'avenir de la France en Extrême-Orient et dans un mémoire adressé au Ministre de la marine, intitulé *La Cochinchine Française en 1864*, il demandait :

Un voyage d'exploration prenant le Mékong comme fil conducteur pour pénétrer jusqu'au Thibet, cette région de l'Asie, la plus intéressante et la plus inconnue peut-être de toutes les parties du monde.

Garnier faisait remarquer que les Anglais ayant pu attaquer le Mékong par l'Orient, le *côté le moins abordable*, la France était plus heureusement placée à cet égard depuis l'acquisition récente de la Cochinchine et que d'ailleurs, il n'existait aucune trace d'exploration européenne au-delà du 18e au 19e degré.

Toute cette partie centrale de l'Indo-Chine était encore vierge de recherches, bien que possédant de grandes richesses, tant minérales que végétales. Aussi Garnier demandait-il dans son mémoire ce qu'attendait la France pour porter la lumière dans cette obscurité.

Le ministre de la marine de Chasseloup-Laubat approuva les idées de Garnier. Une mission scientifique fut organisée en 1866. Garnier, dans cet intervalle, était devenu lieutenant de vaisseau, mais il parut trop jeune (il avait 27 ans) pour le commandement en chef ; il fut placé,

en second, sous les ordres du capitaine de frégate Doudart de Lagrée. De Lagrée méritait ce choix ; Garnier l'approuvait lui-même ; il faudrait cependant ne pas connaître la nature humaine pour s'étonner du dépit intérieur de Garnier, promoteur de l'entreprise, et astreint à n'être que le second d'un chef qui exigea et exerça en fait les pouvoirs d'un capitaine à son bord.

EXPLORATION DU MEKONG

(1866-1868).

Première mission de Francis Garnier. — Le 5 juin 1866, la mission scientifique d'exploration du Mékong quittait Saïgon. Elle était composée de Doudart de Lagrée, capitaine de frégate, chef de l'exploration ; Garnier, lieutenant de vaisseau, second de l'expédition ; Delaporte, enseigne de vaisseau ; Joubert, chirurgien de la marine ; Thorel, docteur ; vicomte de Carné, délégué des affaires étrangères. En y comprenant les membres de l'escorte, soit un total de 23 personnes.

Opinion de M. Archibald Colquhoun sur le premier voyage de Francis Garnier. — Notre intention n'est pas de faire ici la relation de ce voyage, mais nous ne pouvons passer sous silence le jugement qu'a porté sur lui un Anglais, M. Archibald Colquhoun, écrivain passionné et adversaire haineux de toute entreprise française.

Le témoignage d'admiration de M. Colquhoun est d'autant plus précieux que, malgré ses tentatives, il n'a pu faire profiter l'Angleterre de la riche colonie du Tonkin.

Après avoir dit que Garnier n'avait pas été compris et que l'on oublie trop vite en France les hommes de valeur, il continue ainsi :

« En nous dirigeant vers Talan, nous suivîmes pendant trois jours la même route que l'expédition française : celle-ci après avoir descendu le Song-Koï (fleuve Rouge), pendant 48 heures, se trouva arrêtée par les rapides et prit la route de terre pour gagner Sin Ngan.

« Il est impossible de fouler ce sol, sans songer à ces cinq hommes intrépides qui marchaient de Saïgon jusqu'à Yan-Tsé, ayant à surmonter pendant deux ans des difficultés sans nombre qui ne purent refroidir leur ardeur, ni abattre leur courage. Trois des explorateurs payèrent de leur vie cette tentative hardie. Je visitai, avant de partir pour Canton, le monument élevé à Saïgon à la mémoire de Doudart de Lagrée, leur chef, qui mourut à Tong Tchouen, dans le Yunnan. Je pensais alors vaguement aux souffrances et aux

privations que ces hommes de cœur avaient endurées ; aujourd'hui, je comprends ce qu'il a fallu d'énergie physique et de force d'âme pour affronter tant de périls et mener à bonne fin une pareille entreprise. »

Obligé de renoncer à une partie de ses projets de voyage, cet ennemi de la France, ennemi loyal toutefois, résume ainsi ses impressions :

« Au sommet de la colline qui domine la ville de Saü Mao, je me retournai et jetai un triste regard d'adieu à cette autre rangée de montagnes, au Sud, où serpente la route du Mékong, puis je songeais non sans un sentiment d'envie, à ces Français, hommes de science et voyageurs intrépides, qui, en 1868, avaient, sous l'habile direction du capitaine Doudart de Lagrée et du lieutenant Francis Garnier, traversé ces mêmes régions et surmonté tous les obstacles qu'on leur avait suscités. Mon désappointement était d'autant plus grand que je n'étais pas le premier Anglais dont les projets d'exploration étaient venus se butter contre cette muraille de fer : la frontière du Laos.

« Au moment où, après avoir parcouru une partie de la Chine, j'étais arrivé à la frontière Sud-Ouest de ce vaste empire, à vingt-cinq étapes seulement de Zimme, terme de mon voyage d'exploration, j'éprouvais un *sentiment de profonde admiration pour l'œuvre merveilleuse si heureusement accomplie par l'Expédition française*. Ces courageux explorateurs avaient traversé l'Indo-Chine dans toute sa longueur, depuis Saïgon jusqu'au fleuve Yan-Tsé. *Pendant deux ans*, ils avaient supporté toutes les fatigues et les privations du voyage. Rien ne les avait arrêtés, ni la saison des pluies, ni les miasmes pestilentiels du Laos, ni la guerre civile qui désolait le Yunnan. Leur intrépidité, leur persévérance obstinée et surtout le tact et l'habileté de leur chef méritent les plus grands éloges. Je souhaite que mon échec serve à mettre en relief la grande œuvre qu'ils ont menée à bonne fin et qui n'a jamais été appréciée à sa juste valeur (1). »

Tel est, messieurs, le jugement d'un adversaire colonial que j'ai cru devoir citer malgré la longueur du document, car il montre bien l'importance qu'avait l'expédition qui nous occupe.

Le 29 juin 1868, après deux ans et vingt-trois jours d'absence, la Commission d'exploration du Mékong rentrait à Saïgon, ramenant avec elle le cercueil de Doudart de Lagrée.

(1) COLQUHOUN. — *Autour du Tonkin, Chine méridionale*. 2 vol. p. 29 (Traduction Ch. SIMOND).

De la frontière du Cambodge à Shang-Haï, elle avait parcouru plus de 10.000 kilomètres, dont 4.000 à pied, sondé le Mékong pendant 700 kilomètres et déterminé cinquante positions nouvelles.

En 1869, la Société de Géographie de Paris attribua, à l'unanimité, à la Mission française d'exploration de l'Indo-Chine la grande médaille d'or pour la découverte la plus importante en géographie. A l'unanimité également, elle partagea la récompense entre Doudard de Lagrée et Francis Garnier.

Le retentissement de cette expédition et les résultats en étaient si grands que, *chose inouïe en Angleterre*, la Société de Géographie de Londres décerna *à un étranger*, *à Francis Garnier*, sa grande médaille d'honneur. Au mois d'août 1871, le premier Congrès international de Géographie, réuni à Bruxelles, associa Francis Garnier à la gloire de Livingstone en partageant entre les deux explorateurs sa plus haute récompense.

Rôle de Francis Garnier pendant la guerre franco-allemande. — Si Francis Garnier était habile explorateur, il n'en était pas moins bon patriote ; aussi le voyons-nous jouer un rôle actif à la défense de Paris, en 1870. Il ne fut d'ailleurs pas le seul du corps naval à se dévouer ; car, pendant la dernière guerre, les troupes de la marine prirent une part glorieuse à la défense de Paris contre les Prussiens. Le lieutenant de vaisseau Garnier, chef d'état-major du 8e secteur-Montrouge, se signala personnellement par un acte de bravoure qui montre bien le fond héroïque de son caractère. Avec une quarantaine d'hommes, il conduisait au fort de Vanves des munitions qui manquaient. Les obus prussiens éclataient sur l'escorte, celle-ci recula. Garnier demeura seul avec un garde national, et, grâce à lui, le chariot de munitions arriva jusqu'au fort.

Francis Garnier, historien à ses heures, a retracé les péripéties du siège de Paris dans des notes au jour le jour publiées sous ce titre : *Le siège de Paris — Journal d'un officier de marine.*

Le 8 février 1871, plus de 27.000 électeurs de Paris marquèrent au lieutenant Garnier leur profonde sympathie, lors d'une élection législative ; mais ce fait d'avoir été sur les rangs pour la députation lui aliéna plusieurs de ses chefs, d'autant plus qu'au jour de la capitulation inévitable, il avait, mû par une irrésistible douleur patriotique, signé, avec plusieurs de ses collègues, une lettre de protestation contre cette capitulation. Aussi Garnier fut-il laissé avec son grade de lieutenant de vaisseau.

Cet oubli fut une cause de découragement pour Garnier pendant les années qui suivirent, mais malgré tout, il rêvait toujours à l'Extrême-Orient.

Récompenses accordées à Francis Garnier à la suite de son voyage. — La grande médaille d'honneur du Congrès international de géographie (août 1871), la rédaction de la relation officielle de l'exploration du Mékong qui forme 2 volumes in-octavo et la croix de la Légion d'honneur ne purent le détourner de ses préoccupations.

Dernier départ de France de Francis Garnier. — Au mois de septembre 1872, ayant obtenu un congé, Garnier s'éloigna de France et s'établit à Shanghaï avec sa femme (il était marié depuis 1869) et sa fillette, âgée de quelques mois. Un second enfant, né pendant la traversée, ne survécut pas.

Le lieutenant faisait du commerce, tout en se préparant à l'expédition du Thibet.

« Je suis un peu, écrivait-il, dans la situation d'un commis-voyageur en géographie en disponibilité. Le ministre des affaires étrangères pourrait beaucoup pour moi et je pourrais, à mon tour, lui rendre des services, mais il n'a que faire de gens connaissant un peu les pays lointains... Notre ministre à Pékin n'a pas, depuis deux mois, trouvé le temps de m'expédier les passeports que je lui demande pour me rendre à l'intérieur de la Chine ! Je finirai par m'en passer et par aller trouver, à pied, au besoin, le vice-roi du Yunnan. Mais il est décourageant d'être Français en ces temps et en ces climats. On dirait que nos agents politiques sont payés partout pour tuer l'initiative de leurs nationaux. Si j'avais moins d'énergie et de persévérance, je désespérerais presque.... »

Offre des Anglais à Francis Garnier. — Pendant ce temps, toujours avec l'habileté qui le distingue dans toutes choses, le Gouvernement anglais faisait offrir à Francis Garnier toutes les ressources et l'influence dont il dispose. C'est ce qui faisait dire à notre lieutenant : « Quel malheur que je ne sois pas Anglais ! Je serais un homme honoré et puissant. Le guignon veut que je ne puisse me résoudre à n'être plus Français... »

Cependant Garnier avait pu entreprendre un rapide voyage dans l'intérieur de la Chine. Ce voyage est raconté dans l'ouvrage posthume de l'explorateur : *De Paris au Thibet.* A son retour à Shanghaï, Garnier trouva une missive pressante de l'amiral Dupré, l'appelant à Saïgon, pour une mission future au Yunnan..... « Je serai

résident français au Yunnan, avec ou sans coadjuteur. J'y veux un arsenal français et le commencement d'une voie ferrée reliant le fleuve du Tonkin au Yunnan. Les Anglais ne se relèveront pas de celle-là, il y a des choses qui se sentent, ne se démontrent pas. Je sens que si l'on m'aide, l'Indo-Chine est française, mais je ne suis, hélas ! en France, qu'un pauvre aventurier. » (9 août 1873.)

Situation de la France au Tonkin avant la seconde mission de Francis Garnier. — Pour bien nous rendre compte de l'objet et surtout de l'importance de la seconde mission de Francis Garnier, permettez-nous de vous rappeler, aussi brièvement que possible, quelle était notre situation au Tonkin avant le départ de ladite mission.

LE TONKIN — LA MISSION DE GARNIER

Reprise de notre influence au Tonkin en 1872. — Les rapports de Doudart de Lagrée et de Francis Garnier avaient attiré l'attention de l'amiral de la Grandière sur le Tonkin. Si ce gouverneur, à qui la Cochinchine doit l'annexion des provinces de l'Ouest, n'avait déjà songé à notre établissement dans l'Annam central, sous forme d'un protectorat, nous avions néanmoins, grâce à lui, rayonné jusqu'aux frontières chinoises, sous couleur, au début, de réprimer la piraterie que le gouvernement décadent de Tu Ĕuc laissait fleurir dans le golfe du Tonkin. La guerre de 1870-71 nous contraignit malheureusement à l'inaction, et c'est en 1872 seulement que le commandant Senez visita, avec le Bouragne, les boucles du Song Koï (fleuve Rouge) ; il tua quelques milliers de pirates, coula leurs jonques et leurs canons et entra en relations avec M. Jean Dupuis.

Tentative commerciale de M. Jean Dupuis et efforts du commandant Senez pour la seconder. — M. Jean Dupuis dont la hardiesse commerciale au Tonkin rappelle celle des Anglais, est un enfant de la Loire, car il est né à Saint-Just-la-Pendue. M. Senez voulait avec raison occuper le Tonkin pour forcer l'Annam à compléter le traité de 1862 et reconnaître officiellement notre prise de possession de la Cochinchine occidentale. Si on l'eût écouté, que de sang et d'or nous eussions épargnés !

Deux milliers d'hommes, six batteries, quelques canonnières et avisos lui auraient suffi et la Cour de Hué aurait abandonné le Tonkin à notre protectorat, par peur de nous voir soutenir les prétentions au trône d'Annam d'un des descendants, sans doute apocryphe, de

la dynastie des Lé, qui avaient alors encore des partisans dans le delta du fleuve. Par malheur, notre défaite par l'Allemagne nous ayant condamnés au recueillement, nous ne comprîmes pas que l'inaction grossirait, aux yeux des Annamites, un désastre que les Anglais, les Allemands et (grâce à ceux-ci) les Chinois leur représentaient comme irréparable.

Le commandant Senez vit M. Dupuis au moment où il allait remonter au Yunnan ; il revenait alors de France (1872), où il avait raconté à l'amiral Pothuau, ministre de la marine et des colonies, comment sur le conseil de Garnier, il avait descendu le fleuve Rouge, qu'il était enthousiasmé de la voie nouvelle, si courte et si peu coûteuse par comparaison avec le Yan-Tsé.

Refus du ministère de protéger M. Dupuis en cas d'échec. — Comme il avait une commande du Maréchal Mâ, commandant en chef de l'armée du Yunnan (7.000 fusils à tir rapide et diverses armes), M. Dupuis s'informa si, au cas où les sauf-conduits et passeports qu'il avait ne lui suffiraient pas, la France le protégerait dans son entreprise. Non, lui fut-il répondu, alors qu'il aurait été au contraire indispensable de le protéger, parce que le protéger aurait été acquérir le droit de le guider, tandis que, livré à lui-même, il pouvait commettre des maladresses d'où sortiraient pour nous mille embarras.

Expédition de M. Jean Dupuis. — En effet, M. Dupuis, abandonné à ses forces, organisa à Hong-Kong une expédition comprenant seulement 27 Européens et une centaine de Chinois ou Malais. Le commandant Senez, sur l'ordre de l'amiral Dupré, gouverneur de la Cochinchine, favorisa les premiers rapports de M. Dupuis avec les autorités annamites, mais bientôt celles-ci s'opposèrent à ce que ses bateaux montassent à Hanoï ; il aurait alors suffi d'une démonstration vigoureuse à Hué pour que le fleuve Rouge fût librement ouvert au commerce, mais cette démonstration n'eut pas lieu. La faute commise allait porter ses fruits : un Français introduisant au Tonkin des Chinois que la France, plus tard, aurait tant de peine à en chasser ! car la livraison des armes avait été faite par M. Dupuis au maréchal Mâ qui lui avait donné une garde de 150 hommes, tous choisis et armés de chassepots.

Difficultés rencontrées par M. Dupuis. — M. Dupuis rentra à Hanoï le 30 avril 1873. Les difficultés commencèrent, continuèrent plutôt ; son principal adversaire était Nguyen-tri-Phuong, notre ennemi acharné, l'ancien défenseur des lignes de Ki-hua. Dans ces

conditions, l'expédition de M. Dupuis fut bientôt compromise, obligée qu'elle était, avec des forces insignifiantes, de lutter contre les incendiaires, de repousser les attaques sans cesse renouvelées. Bref, M. Dupuis fut invité à quitter le Tonkin puisqu'il avait accompli sa mission, porté ses armes et reçu leur valeur en métaux. La cour de Hué avait, en effet, demandé à Saïgon qu'on la délivrât de ce Français qui d'après les traités, disait-elle, devait commercer, transiter, mais non résider au Tonkin, comme si la chose était faisable dans ces conditions.

Résistance de M. Dupuis aux exigences de la cour de Hué et appui de l amiral Dupré. — M. Dupuis ne pouvait plus ni monter ni descendre le fleuve; n'ayant plus de charbon, et ne voulant pas abandonner ses marchandises, riposta en demandant à la cour de Hué 200.000 taëls, soit plus de 1.500.000 francs en réparation du préjudice qui lui était causé par les exigences de la cour de Hué. M. Dupré, convaincu de la fausseté des rapports qu'il avait reçus de Hué, alla au plus pressé et en garantissant l'emprunt contracté par M. Millot, l'associé de M. Dupuis, à une banque anglaise, il empêcha l'intervention des Anglais au Tonkin, en cas de non remboursement dudit emprunt. Il fit recommander à M. Jean Dupuis d'être calme, de ne pas jouer au conquérant, de ne pas s'allier aux partisans des Lé et enfin de ne pas accepter des secours chinois. M. Dupré appelait alors auprès de lui, à Saïgon, Francis Garnier dont les conseils et l'expérience spéciale pouvaient l'aider à sauver nos intérêts au Tonkin, sans manquer à l'esprit des instructions du ministère. Puis il écrivait aux vice-rois du Quang-si et du Quang-ton pour se féliciter avec eux de l'ouverture d'une nouvelle voie commerciale avec le Yunnan, et au vice-roi de cette dernière province pour le remercier de l'appui donné à M Dupuis et l'inviter poliment à ne plus envoyer de soldats au Tonkin, où la France s'entendrait avec son amie et voisine, la cour de Hué, pour régler la querelle de M. Dupuis avec les mandarins annamites. Il assurerait ainsi la liberté du commerce. Francis Garnier était chargé d'organiser cette entente. Et l'amiral Dupré faisait valoir auprès du Gouvernement français les avantages d'une action au Tonkin, car il était désireux d'assurer à la France la possession d'un pays si plein d'espérances, et il le disait en ces nobles termes :

« Je suis prêt, s'il reste un doute dans votre esprit et dans celui du gouvernement, à assumer toute responsabilité des conséquences de l'Expédition que je projette, à m'exposer à un désaveu, à un rappel, à la perte d'un grade auquel je crois avoir quelques droits. Je ne

demande ni approbations, ni renforts ; je vous demande de me laisser faire, sauf à me désavouer si les résultats que j'obtiens ne sont pas ceux que je vous ai fait entrevoir ». (23 juillet 1873.)

L'amiral avait déjà recommandé chaleureusement le lieutenant Garnier, à qui il voulait, ainsi que nous l'avons dit, confier l'expédition projetée.

Refus du ministère pour le projet d'expédition armée conçu par l'amiral Dupré. — A ce moment, le duc de Broglie était au pouvoir et recommandait qu'on ne s'engageât point sur le fleuve Rouge. Francis Garnier restait, d'ailleurs, lui-même ennemi d'une expédition armée. Il détourna l'amiral Dupré du projet d'intervention militaire qu'il rêvait, et ce fut Garnier qu'on accusa plus tard d'imprudence.

La grande crainte de Garnier, crainte que les documents publiés depuis justifient, était que les Anglais ou les Allemands s'installassent aux bords de Song-Koï.

Garnier arriva à Saïgon à la fin du mois d'août, et, dans une de ses lettres (1), il fait connaître les résultats de ses pourparlers avec l'amiral.

Départ de la deuxième mission de Francis Garnier. — En octobre, les préparatifs étaient terminés. « Ma petite expédition est prête, écrivait-il, je pars samedi. Chef d'une mission composée de deux canonnières, un détachement de fusiliers marins et un détachement d'infanterie de marine... Voilà une petite expédition comme je les aime... Comme instruction, carte blanche ! l'amiral s'en rapporte à moi. En avant donc pour cette vieille France ! »

L'Annam demandant officiellement notre intervention et le ministère admettant en principe ces projets de protectorat, Garnier put partir le 11 octobre 1873. Les Chinois de Saïgon lui remirent des lettres de crédit sur Hanoï, tant ils étaient enthousiastes de l'ouverture du fleuve Rouge au commerce ! Le personnel et le matériel étaient embarqués sur l'aviso d'*Estrées*, qui traînait à la remorque la canonnière l'*Arc*.

« Hong-Kong, 8 septembre 1873.

(1) « J'ai vu l'amiral, il m'a appelé pour me consulter sur les affaires du Tonkin, il était en train de s'engager dans une voie bien dangereuse, celle d'une expédition armée, et j'ai été assez heureux pour l'en détourner... S'il est facile de conquérir, il est difficile d'administrer. J'ai donc conseillé à l'amiral de négocier, j'ai rédigé moi-même toute la correspondance de l'amiral dans ce sens à Paris, Pékin, Canton, Yunnan et Hué, j'irai donc sur les lieux faire une enquête sur les plaintes réciproques de M. Dupuis et du Gouvernement annamite. L'entreprise est des plus délicates, d'autant plus que M. de Broglie et le ministère en France sont des plus mal disposés, il est évident que si je réussis, c'est mon grade de capitaine de frégate ; mais si j'échoue, ce qui est possible !... D'un autre côté, pouvais-je refuser ?... Je ne renonce pas à mes projets scientifiques. L'affaire du Tonkin n'aura qu'un temps très court... »

Le jeune officier s'arrêta d'abord à Tourane, où il obtint de la cour de Hué l'envoi d'un plénipotentiaire qui réglait avec lui le litige Dupuis, car il avait fait parvenir à Hué une lettre de l'amiral annonçant la mission Garnier.

Voici cette lettre :

« 6 octobre 1873.

« Monsieur le Ministre,

« Je viens de recevoir la lettre que votre Excellence m'a fait l'honneur de m'adresser, le 22 septembre, au sujet de la conduite du sieur Dupuis. Votre Excellence me demande, ou de donner de nouveau l'ordre à Dupuis de se retirer, ou d'envoyer un officier, avec quelques hommes d'escorte seulement, pour l'y forcer; j'ai déjà écrit à Dupuis, et il est à craindre qu'une seconde lettre, à lui adressée, n'ait pas plus d'effet que la première, il est donc nécessaire d'envoyer un officier capable... L'officier que je compte envoyer au Tonkin est un homme plein de prudence et de savoir. Il a fait le voyage d'exploration du Mékong, il est en bonne relation avec le vice-roi du Yunnan ; dernièrement encore, il a fait un grand voyage dans les provinces méridionales de la Chine. Je suis plein de confiance dans la manière dont il remplira mes intentions. Votre Excellence n'a pas de plus sage parti à prendre que d'ordonner aux autorités du Tonkin d'écouter les conseils de cet officier, de s'entendre avec lui au sujet de ce qu'il faudra faire et de lui prêter un concours absolu pour l'exécution de toutes les mesures qu'il jugera nécessaires. »

Arrivée à Hanoï de Francis Garnier. — Le mercredi, 5 novembre, à 4 heures du soir, le commandant français mettait pied à terre à Hanoï, en présence de milliers de spectateurs ; les soldats de Dupuis, en grande tenue, enseigne déployée, formaient la haie et présentaient les armes ; les tambours battaient aux champs.

Mais il trouva là Nguyen-tri-Phuong, notre haineux adversaire, et fut on ne peut plus mal reçu par les autorités locales, car, contrairement à l'usage annamite, aucun grand mandarin n'était venu recevoir la mission française. On voulait manifestement qu'il chassât M. Dupuis et partît aussitôt après.

Garnier, cependant, tout en n'approuvant pas la manière dont son compatriote avait traité le Tonkin en s'installant en quelque sorte en vainqueur dans la ville d'Hanoï, dit aux mandarins qu'il entendait bien cependant ne pas servir d'instrument d'intimidation contre M. Dupuis, mais bien retirer en même temps pour la France tous les avantages possibles de sa mission.

Ouverture par Francis Garnier du Song-Koï au commerce français. — Aussi ouvrit-il officiellement le Song-Koï au commerce français, espagnol et chinois, en même temps qu'il commençait une enquête contradictoire sur les faits reprochés à M. Dupuis par la Cour de Hué.

Menées de la Cour de Hué contre Francis Garnier. — Peu après, les ambassadeurs de Hué ne cessent pas d'humilier Garnier, et leurs menées rendent sa situation intolérable ; aussi se vit-il contraint ou de repartir, ou de procéder à un coup de force.

Il sentait qu'il fallait un coup d'éclat pour rétablir son autorité et son prestige.

Le 19 novembre, il posait un *ultimatum* : le désarmement de la citadelle, l'ordre à envoyer à tous les gouverneurs de se conformer aux arrêtés de l'envoyé français, enfin la permission pour M. Dupuis de rentrer librement au Yunnan. Il attendait la réponse jusqu'à 6 heures du soir ; l'*ultimatum* resta sans réponse, Garnier décida l'attaque de la citadelle d'Hanoï. Le commandant avait écrit, dans la journée, à son frère ; il écrivait au *post-scriptum :*

« *Alea jacta est!* (les ordres sont donnés).

« J'attaque demain, au point du jour, 7.000 hommes derrière des murs, avec 180 hommes. Si cette lettre te parvenait sans signature, c'est-à-dire sans nouvelle addition de ma part, c'est que j'aurais été tué ou grièvement blessé. »

PRISE DE LA CITADELLE D'HANOI

(20 novembre 1873).

Malgré l'armement déplorable de la plupart des 7.000 défenseurs de la citadelle, ce n'en était pas moins une entreprise extrêmement audacieuse que les attaquer derrière leurs remparts avec les faibles ressources du corps expéditionnaire : 212 hommes, dont 24 Asiatiques ; 2 canonnières, le *Scorpion et* l'*Espingole*, embossées dans la rade, et 11 bouches à feu en tout.

La citadelle de Hanoï, construite à la Vauban, par un Français au service des empereurs annamites, forme un vaste carré d'un développement d'environ 1.300 mètres de côté. Cinq portes donnaient accès à l'intérieur. Elles étaient protégées par une construction supérieure servant de corps de garde et par des redans qui en empêchaient l'approche ; il fallait d'abord enlever le redan, puis traverser le pont

jeté sur un large fossé plein d'eau, pour arriver à la porte même de la citadelle. Garnier résolut d'attaquer seulement la face du Sud, sur laquelle s'ouvrent deux des cinq portes.

Le 20 novembre 1873, à 5 heures, heure habituelle du réveil, les clairons sonnaient la diane dans le camp français, où depuis longtemps tout le monde était sur pied, prêt à partir.

A 5 h. 1/2, une colonne de 30 marins, avec une pièce de quatre enlève rapidement la porte de la citadelle, sous les ordres de Francis Garnier. Nos soldats courent s'emparer des autres portes, et à 7 heures moins cinq minutes, le drapeau français était arboré au sommet de la grande Tour. A ce signal, les deux canonnières cessèrent le feu qui, bien dirigé, avait jeté le plus grand désordre parmi les Annamites.

L'ancienne capitale de l'Annam était donc tombée en notre pouvoir. 180 Français avaient, en moins d'une heure, accompli ce coup d'éclat. Nous n'avions pas un mort, pas même un blessé! Quelques heures après, une petite escorte de soldats français chargée de nombreux drapeaux conquis dans la citadelle, conduisait fièrement, à travers les rues de la ville, des milliers de prisonniers au camp des lettrés. Un ordre du jour de Garnier donna des éloges bien mérités à tous nos braves.

« 20 novembre, 10 h. matin.

Le commandant continuant sa lettre du 19 ajoutait :

« All right! La citadelle a été enlevée avec ensemble! Pas un blessé! La surprise a été complète et réussie au delà de mes prévisions. Le feu de la rade surtout a abruti ces pauvres gens qui n'avaient pas encore vu de projectiles explosibles. Le maréchal a été blessé par une boîte de mitraille. L'envoyé de Hué et tous les grands dignitaires sont pris.

« C'est une opération modèle (sans me vanter) » !

Puis, le 21, il écrivait :

« J'ai pris hier une ville de plus pour empêcher les fuyards de se rallier (Phu-Hoaï, forteresse à 6 kilomètres de Hanoï et commandant la route de Sontay). J'ai envoyé une pièce de canon et 65 hommes. La panique était telle, par suite de l'affaire du matin, qu'il a suffi d'un coup de canon et de dix coups de chassepot pour faire fuir les

défenseurs. Mais, le soir, j'ai éprouvé qu'il est plus facile de prendre la citadelle que de la garder, il m'a fallu, avec 50 hommes qui me restaient, passer la nuit dans un ouvrage qui a 6 kilomètres de développement et où se trouvaient encore 2.000 hommes armés, ayant des chefs, et se croyant condamnés à mort par les vainqueurs.

« L'incendie, les surprises, tout était à craindre ! Nous n'avons guère dormi. Aucun de mes postes ne comptait plus de 6 hommes. Heureusement ils faisaient du bruit comme vingt. Aujourd'hui, le désarmement est fait sans résistance. Je prends en main l'administration de la province. Elle a deux millions d'âmes. Les populations viennent à moi... Je suis exténué de fatigue. Voilà trois nuits que je passe — j'expédie un long rapport à l'amiral, avec tous mes hauts prisonniers. »

Récit de la prise de la citadelle d'Hanoï, raconté par M. Romanet du Caillaud. — Le 20 novembre 1873, à 5 heures, heure habituelle du réveil, les clairons sonnaient la diane dans le camp français ; c'était une ruse, car le réveil s'était déjà fait auparavant à voix basse et les soldats avaient mangé la soupe préparée dès la veille. Le commandant les réunit dans la cour et leur adressa des paroles chaleureuses. A 5 h. 1/2, une colonne de 30 marins, avec une pièce de 4 se dirigea rapidement et en silence vers la porte du Sud-Ouest. Le jour commençait seulement à poindre. Les Annamites sont surpris, et, en quelques instants, le redan est escaladé et enlevé ; la pièce de 4 bat alors la porte, y pratique une ouverture ; les hommes enlèvent les madriers qui l'obstruent, se rendent maîtres de la porte et cessent le feu ; l'attaque de ce point n'était qu'une diversion. Déjà, le drapeau français flottait sur la porte Sud-Est, indiquée pour l'attaque principale. Partie un quart d'heure après la première, la seconde colonne avait enfoncé à coups de canon la porte du redan, et les sapeurs s'étaient précipités contre la porte de la citadelle ; mais les haches s'étaient brisées. Heureusement, la porte n'était massive que jusqu'à une hauteur d'environ 10 pieds ; le haut était seulement garni de forts barreaux. Une volée de mitraille fait sauter un de ces barreaux ; alors, on voit Garnier s'accrocher au rebord de la porte, puis, malgré les projectiles de l'ennemi, parvenir jusqu'au haut et sauter dans l'intérieur, le revolver au poing. « En avant ! » crie de Trentinian, et il s'élance à la suite de son chef; mais deux hommes seulement parviennent à le rejoindre. De l'intérieur, Garnier commande le feu à ses pièces ; les obus à balles font une brèche dans la porte. En un instant, toute la colonne est dans la citadelle. Mais déjà les Annamites sont en déroute ; c'est un sauve-qui-peut général. »

Proclamation de Francis Garnier aux Annamites. — Garnier prit le gouvernement de la province, et ce chef d'une armée de 180 hommes lança à tout un peuple la proclamation suivante :

« L'envoyé du noble pays de France, le grand mandarin Garnier, fait savoir à tous les habitants que, venu au Tonkin par ordre de l'amiral pour ouvrir une voie au commerce, il n'avait nullement l'intention de s'emparer du pays ; mais que les mandarins d'Hanoï ayant tendu des embûches, il n'a pu tolérer leur conduite et a dû s'emparer de ces mandarins perfides. Mais que le peuple reste en paix à s'occuper de ses travaux, il n'a rien à craindre pour ses coutumes ni pour ses biens ; il sera traité comme frère, que ses chefs, grands et petits, observent envers lui la justice, et la tranquillité règnera dans le pays.

« Dans le cas où il y aurait des gens pervers pour troubler l'ordre, ils seraient châtiés sévèrement. Maintenant, que les gens capables de gouverner le peuple viennent nous offrir leurs services. Nous laisserons en place tous les mandarins qui feront leur soumission. Pour ceux qui se retirent, nous les remplacerons par des hommes prudents et sachant prendre les intérêts du peuple ; puis nous commanderons au roi et aux mandarins de traiter le peuple comme un père traite ses enfants. Nous récompenserons dignement ceux qui nous auront rendu quelque service. Tous les mandarins que nous aurons nommés seront maintenus en place et ne seront inquiétés en aucune façon. »

Bien que cette proclamation fût aussi équitable que possible, un grand nombre de fonctionnaires se retirèrent et les pirates se répandirent dans tout le pays.

Conduite des mandarins. — Garnier fut obligé pour ne pas livrer le Tonkin à l'anarchie de faire appel aux lumières de Mgr Puginier qui lui désigna les Annamites dévoués, capables de le soutenir dans la circonstance critique où il se trouvait.

Tout le monde s'est plu à reconnaître le dévouement et le zèle déployés par Mgr Puginier, pour faire aimer la France au Tonkin. Grâce à l'appui de Mgr Puginier, Garnier trouva des administrateurs et des miliciens indigènes auxquels il promettait la protection de la France, mais malheureusement il n'avait pas d'armes pour les miliciens qu'il recrutait.

Mesures contre les pirates. — Afin de conjurer la piraterie, il rendit les administrateurs (préfets, sous-préfets, maires) responsables des crimes qui seraient commis dans les territoires soumis à leur autorité et donna l'ordre aux populations de courir sus aux bandits.

Soldats français et miliciens poursuivirent ces brigands et pendirent devant les marchés ceux qu'ils attrapèrent. Ces mesures énergiques établirent rapidement une tranquillité relative.

Garnier fut toutefois obligé de demander du renfort, car sa petite troupe de 180 Français devenait par trop insuffisante.

CONQUÊTE DU DELTA AU TONKIN

(23 novembre, 11 décembre 1873).

Garnier avait décrété la liberté du commerce, mais pour la garantir et ne pas se trouver bloqué à Hanoï, il fallait être maître du fleuve ; or les mandarins construisaient des barrages destinés à rendre la navigation impossible, et une armée nombreuse composée de pavillons noirs, de Chinois, de pirates, d'Annamites, se formait à Sontay, dont la prise fera tant de gloire à l'amiral Courbet (décembre 1883).

Garnier fit tout d'abord rendre la voie du fleuve libre jusqu'à la mer, car il ne pourrait qu'à cette condition recevoir les renforts demandés à Saïgon ; sinon, bloqué dans sa conquête, il serait exposé à être réduit par la famine ou par la multitude des ennemis.

Cette conquête du fleuve, 24 ans après, nous semble une légende. Un enseigne de vaisseau, M. de Hautefeuille, prit avec six hommes la ville de Ninh Binh ! Un autre, Balny d'Avricourt, et un sous-lieutenant, M. de Trentinian, emportaient successivement Hung-Yen, Phu-Ly et Haï-Dzuong.

Prise de Nam-Dinh. — Le 10 décembre, Garnier et le « Scorpion » arrivèrent à Nam-Dinh. Les forts qui en protégeaient les approches canonnèrent vigoureusement le bâtiment français ; nous eûmes cinq blessés ; jamais le tir des Annamites n'avait été aussi assuré. Le 11, l'assaut fut donné à la citadelle, dont on ne pouvait briser les portes. Un matelot du nom de Robert s'élance le premier. « Pour cette fois seulement, je te cède ma place », lui crie le commandant, obligé de monter après le soldat. Le Dr Harmand servait comme un soldat avec ces braves.

A Nam-Dinh, Garnier reçut des lettres pressantes de Mgr Puginier et du commandant de la citadelle d'Hanoï. L'armée de Sontay s'était emparée du fort de Phu-Hoaï et d'un moment à l'autre pouvait attaquer la faible garnison de Hanoï. Le danger était donc très pressant et la présence du chef de l'expédition indispensable. Le 18 décembre, dans la soirée, Garnier était de retour, à la grande joie de ses soldats enthousiasmés de la bravoure de leur chef et pleins de confiance dans son habileté.

La Cour de Hué consent à la paix. — Le commandant eut vite fait son plan. L'armée de Sontay campait tout près de la citadelle en avant d'un bras du fleuve. Le lendemain, 19, Garnier l'attaquerait de front avec 50 hommes et les milices indigènes, tandis que deux canonnières la prendraient à revers. La victoire était certaine et serait décisive. Malheureusement une indisposition de Balny d'Avricourt fit ajourner l'attaque, et le soir même du 19, les ambassadeurs de Hué, munis de pleins pouvoirs, débarquaient à Hanoï. L'Annam, effrayé de la conquête du Tonkin, avait hâte de souscrire à toutes les conditions imposées par le vainqueur.

Dernière proclamation de Francis Garnier. — Assuré de la paix, Garnier donna ordre de cesser toute hostilité et fit afficher à tous les gouverneurs et à l'armée de Sontay la proclamation suivante :

« Par ordre de l'amiral, nous sommes venus faire un traité de commerce dans l'intérêt des populations. Nous n'avions nullement l'intention de nous emparer du pays ; mais à cause de la fourberie et du mauvais vouloir des mandarins de Hanoï, nous avons été poussés à bout et forcés de faire ce que nous avons fait. Le roi d'Annam, comprenant la faute de ces mandarins, vient d'envoyer des ambassadeurs avec pleins pouvoirs pour traiter de la paix avec nous. Comme nous n'avons pas d'intentions hostiles, nous consentons à nous entendre avec ces grands mandarins. En conséquence, nous exhortons tout le monde à demeurer tranquille, chacun chez soi ; qu'il y ait trève d'hostilités afin que, de part et d'autre, on puisse s'entendre. Pour ce qui regarde les nouveaux mandarins que nous avons nommés, qu'ils restent à leur poste et continuent à remplir leur charge de leur mieux, sans aucune crainte : La *Noble France, qui les a élevés en dignité leur assure aide et protection.* »

MORT DE FRANCIS GARNIER

(21 Décembre 1873).

Le lendemain de cette proclamation, le dimanche 21 décembre, Garnier, après avoir déjeuné avec Mgr Puginier, recevait les ambassadeurs annamites. Un de ses lieutenants chargé d'inspecter la troupe, dit aux hommes après un examen sommaire : « Allez, nous sommes tranquilles ; les hommes qui ne sont pas de service pourront sortir dans l'après-midi. » Tout à coup un chrétien se précipite, haletant, et d'une voix étouffée par l'émotion, crie : « L'armée de Sontay, tout près. »

Le commandant saisit son revolver et court au point menacé. La nouvelle de l'attaque s'était répandue : marins et soldats prenaient leurs armes, tandis que les coolies indigènes qui travaillaient dans la citadelle s'enfuyaient en criant vers la porte de la ville. 7 à 800 Chinois avec pavillons noirs touchaient déjà aux remparts et leurs petites pièces battaient la porte du sud-ouest ; à quelque cent mètres en arrière, on voyait des milliers d'Annamites et de nombreux parasols de mandarins.

Il était environ 11 heures du matin, Garnier envoie chercher un canon de 4, l'installe sur la porte menacée et envoie des obus dans les rangs des ennemis. Pavillons noirs et Annamites se replient en bon ordre, à quelque distance. « Nous ne pouvons, s'écrie Garnier, garder ce redoutable ennemi à 1.000 mètres de nous ; il faut le poursuivre et changer sa retraite en déroute. »

Balny d'Avricourt a dix matelots sous la main : « Allez tout droit devant vous, lui crie le commandant, du haut du rempart ; moi je vais prendre l'ennemi à revers. » Et il s'élance par la porte du sud-ouest à la tête de 78 hommes et avec une pièce de canon. Le canon s'embourbe, il laisse 3 hommes à sa garde ; le reste marche à la baïonnette, chassant l'ennemi devant lui. La petite troupe s'éparpille ; Garnier n'a plus que trois hommes qui le suivent à 100 mètres en arrière ; il continue sa course. Mais les fuyards se rallient derrière un tertre. Garnier se retournant vers les 3 hommes qui le suivent, s'écrie : A moi, mes braves ! et seul, il se précipite à l'assaut. Un des soldats, le sergent Dagorne, tombe mortellement atteint d'une balle en pleine poitrine, un second est blessé. Quelques minutes après, quand le reste de la colonne parvient au tertre sur lequel s'était élancé le commandant, elle ne trouve plus que les corps décapités de Garnier et du sergent Dagorne. L'ennemi s'enfuyait, emportant les deux têtes en guise de trophée. Comment avait succombé l'héroïque Garnier, demande un de ses biographes. Quoi qu'on ait raconté, personne ne l'a vu, personne ne le sait.

Balny d'Avricourt était tombé, lui aussi de son côté, victime de son impétueuse audace, et les survivants de sa petite troupe n'avaient pu arracher aux assaillants son corps décapité. Plus heureuse, la colonne de Garnier rapportait les restes mutilés du héros et de Dagorne. Mais il fut bien triste, le retour de l'expédition à Hanoï, vers les 2 heures de l'après-midi : nous avions 5 morts et 2 blessés.

L'histoire est faite de petites causes. Un navire marchant plus vite, un ordre signé à Saïgon sans retard : Garnier était sauvé. La paix signée, et le Tonkin se trouvait sous notre protectorat, sans que ce

magnifique résultat nous eût coûté un seul homme. Nous n'avons pas à analyser ici la suite des négociations, le rôle néfaste joué par un inspecteur des affaires indigènes, M. Philastre, qui reçut, lui, la croix de la Légion d'honneur pour sa honteuse capitulation, tandis que le conquérant du Tonkin, victime d'une ingratitude sans exemple, était traité de forban, d'aventurier. Le corps de Garnier fut ramené à Saïgon. Mais défense fut faite à tout officier de suivre le convoi, s'il ne l'avait connu personnellement.

L'ingratitude des uns et l'envie des autres le poursuivirent mort; on refusa à ses soldats et marins de compter pour campagne leur expédition ! on refusa à la famille de Garnier la triste et stérile consolation demandée par le vice-amiral Dupré, la nomination posthume de la victime au grade de capitaine de frégate (il était lieutenant depuis 1865) à la date du 21 novembre, jour de la prise d'Hanoï. On contesta même longtemps à la veuve et à l'enfant de l'héroïque lieutenant de vaisseau la pension à laquelle ils avaient droit, sous le prétexte que « Garnier n'était pas mort devant l'ennemi ».

« On a été, s'écriait devant la Société de géographie le Dr Harmand, « un des compagnons d'armes de Garnier, jusqu'à l'accuser de pillage. « Eh bien, nous avons pu, après sa mort, savoir ce qu'il possédait : « il lui restait à peine quelques piastres, quelques effets et son sabre; « le vieux sous-officier qui était chargé de l'inventaire, pleurait à « chaudes larmes en refermant la caisse de son commandant. Que « penser d'un chef qui sait inspirer de pareilles affections ? On croit « avoir tout dit quand on accuse Francis Garnier d'ambition. Certes, « c'était un ambitieux, mais il avait cette ambition élevée qui fait les « grands hommes et les grandes choses, et, s'il est un souhait que je « forme pour la France, c'est d'avoir à son service beaucoup d'ambitieux de cette trempe (1). »

Pour terminer cet exposé nous nous permettons de citer la conclusion de M. Raoul Frary qui, un des premiers, a tenté de populariser le nom de ce glorieux émule des Cortez et des Pizarre (doublé d'un Dupleix).

« Les Anglais auraient pris le deuil de Francis Garnier, lui auraient « fait des funérailles magnifiques, auraient accueilli avec enthou- « siasme un tel gage de relèvement national. »

Nous avons essayé en termes bien imparfaits de retracer devant vous la vie trop courte, hélas ! pour la France, du lieutenant Francis Garnier. Ne vous semble-t-il pas, Messieurs, que nous devions, à son

(1) *Bulletin de la Société de Géographie.*

exemple, travailler à l'expansion commerciale et coloniale de notre pays ?

Toutefois, il nous semble que nous devons quelque chose à la mémoire de ce courageux Stéphanois et *nous vous proposerons, en terminant, d'émettre le vœu qu'une plaque commémorative soit placée sur la maison où naquit Francis Garnier*, en attendant que sa statue élevée sur une place de Saint-Etienne vienne rappeler sa valeur aux générations futures. Déjà Saïgon possède une statue de Francis Garnier. Paris aura bientôt la sienne; seule sa ville natale pourrait-elle rester indifférente à la mémoire d'un de ses enfants les plus héroïques ?

Ouvrages consultés pour la présente notice :

F. GARNIER. — *Relation officielle de l'Exploration du Me-Kong.*
P. JULIEN. — *Lettre d'un précurseur : Doudart de Lagrée.*
ROMANET DU CAILLAUD. — *Histoire de l'intervention française au Tonkin.*
BONNETAIN. — *L'Extrême-Orient.*
H. GAUTHIER. — *Les Français au Tonkin.*
Et plusieurs notices sur Garnier.

M. E. PETIT

A Paris.

AVANTAGES EFFECTIFS PROCURÉS AUX OUVRIERS PAR LES DIVERSES INSTITUTIONS DE PRÉVOYANCE

[368.4]

— Séance du 7 août 1897 —

Au moment où la « question sociale » s'agite sous toutes les formes et aboutit à des résultats à peu près négatifs, elle nous paraît tourner dans un cercle vicieux et il nous semble utile de l'envisager avec le rôle mesuré et nécessaire de l'Etat.

Pour nous, nous croyons que dans un pays comme le nôtre, qui comprend des institutions démocratiques, le rôle de l'Etat est d'aider,

avant tout, par ses institutions et ses lois, ceux qui luttent contre les difficultés de l'existence, ceux qui sont exposés aux accidents du travail, ceux que la maladie peut réduire du jour au lendemain à la misère, à l'assistance publique et à la charité pour élargir celui de la prévoyance et de la solidarité sociales. Pour cela, il faut songer avant tout à créer des institutions qui profitent à ceux qui en ont besoin, et non pas des institutions inutiles pour un grand nombre de citoyens. Parmi ces institutions, appelées à réaliser d'une manière toujours plus complète ce principe de la mutualité sociale par une meilleure sauvegarde des faibles et à transformer nos institutions d'assistance et de charité, se placent aujourd'hui les assurances, et, en première ligne, celles contre les accidents et contre la maladie.

1° *L'assurance obligatoire.* — Au point de vue de l'assurance contre les accidents, nous l'admettons comme obligatoire pour l'industriel, parce que de même qu'elle affranchit l'ouvrier de l'éventualité des risques, elle a surtout pour but de remplacer le système si justement critiqué de la responsabilité civile, si diversement appréciée par les sentences des juges. Toutefois, nous admettons que l'application de l'obligation doit être restreinte à certaines catégories déterminées et ne pas être étendue à l'universalité de la population.

Ceci admis comme principe, nous faisons appel au rôle de l'Etat ; il se peut que nous ayons admis l'assurance contre les accidents en faveur de l'ouvrier comme obligatoire, mais en somme, au point de vue de la prévoyance, ce n'est au fond qu'une solution boiteuse et qui n'atteindrait pas le but de la prévoyance envisagée sous ses aspects généraux. Tout ce qui a été fait jusqu'ici, pour mettre le travailleur à l'abri des conséquences de la maladie, est loin de répondre aux besoins et aux infortunes qu'il s'agit de soulager. Il faut avouer que tous les efforts et les manifestations de l'initiative privée, sont loin de répondre aux besoins du grand nombre de ceux qui restent encore menacés par les conséquences de la maladie, par l'insécurité du lendemain.

2° *L'intervention de l'Etat.* — De son côté, l'Etat pourrait intervenir comme assureur, moyennant des allocations annuelles qu'il donnerait à la caisse d'assurances et même nous irons plus loin, de même que l'Etat a rendu l'instruction « gratuite et obligatoire », il pourait également rendre l'assurance contre la maladie et la misère pour le vieillard infirme et indigent obligatoire. Un moraliste a dit :

« Ouvrez les écoles, vous fermerez les prisons. » L'économiste vous dira : « Encouragez l'épargne, et, au besoin, contraignez l'imprévoyant à économiser, vous diminuerez les hospitalisés et les charges de nos hôpitaux .»

3° *Le cas de l'assurance obligatoire en Suisse.* — A titre de document que l'intervention de l'Etat n'est pas une utopie, nous donnons inclus le compte-rendu communiqué au Conseil fédéral suisse où l'assurance obligatoire est appliquée :

En prenant pour base le chiffre de 600.000 assurés, ayant un salaire moyen de fr. 2,50 par jour, le salaire annuel s'élèverait à une somme totale de 236 millions et demi. Le message du Conseil fédéral limitait, d'après le projet primitif, à 15.530.000 francs par an les dépenses totales de l'assurance-maladies, et à 9.730.000 francs par an celles de l'assurance-accidents. Suivant les dispositions de ce projet, les charges étaient réparties ainsi : la Confédération payait 2.440.000 francs pour l'assurance-maladies (centimes fédéraux et subventions diverses), et 3.183.000 francs pour l'assurance accidents (quart de la prime et frais d'administration), en tout 5.623.000 francs pour 600.000 assurés. En ajoutant le subside pour les 400.000 assurés volontaires, on arrive au chiffre de 7.333.000 francs. Les patrons payaient pour 600.000 assurés 6.545.000 francs pour l'assurance-maladies, et 6.547.000 francs pour l'assurance-accidents, en tout 13.092.000 francs. Les ouvriers payaient 6.545.000 francs pour l'assurance-maladies, et rien pour l'assurance-accidents. En tant pour cent de la dépense totale, les charges se partageaient comme suit : Confédération 22 %, patrons 52 %, ouvriers 26 %.

Le Conseil fédéral a admis de faire participer les caisses libres au profit d'une subvention, et cela, afin de ne point décourager les participants indépendants et de ménager les ressources qui proviennent de l'impôt. Les conséquences financières qui résultent des décisions de la commission des assurances sont qu'il s'agit d'un nouveau budget qui se monte à près de 25 millions. Cette augmentation, qui menace d'être dépassée, fait réfléchir les commissaires avant de se prononcer. Pour ne point s'exposer à subir un échec, voire même des déceptions, ils ont voulu examiner de près les comptes des caisses d'assurance obligatoire qui existent dans les autres pays, en particulier en Allemagne et en Autriche. Pour éviter les écueils auxquels ces deux Etats se sont heurtés dans l'organisation de leurs assurances obligatoires, il est bon d'étudier de près les expériences qu'ils ont faites.

4° *L'assurance obligatoire en Allemagne.* — Nous avons, de notre côté, étudié l'organisation de la Caisse d'assurance obligatoire telle qu'elle existe et fonctionne en Allemagne. La loi, dès qu'elle fut créée, devait assurer aux ouvriers un droit aux secours pour les besoins provenant soit de la maladie, soit des accidents du travail, soit de l'invalidité ou de la vieillesse.

Aidé surtout par le socialisme chrétien, à la tête duquel se trouvait le pasteur Stocker, et par le socialisme de la chaire, le gouvernement fit successivement adopter, en 1883 et en 1884, les lois instituant l'assurance obligatoire contre la maladie et les accidents. Le 22 juin 1889, était à son tour acclamée l'assurance contre l'invalidité et la vieillesse, couronnement de l'œuvre que traçait, en quelques lignes, le message impérial de 1881.

L'assurance impériale obligatoire, instituée par ces trois lois embrasse, sans distinction de nationalité, toutes les personnes qui, en Allemagne, travaillent contre salaires. Elle donne à chaque assuré, en cas de maladie, accident, invalidité ou vieillesse, un droit légal à un secours nettement déterminé.

L'assurance contre la maladie, la première instituée par ces trois lois, comprend les personnes occupées dans l'industrie et le commerce et recevant un salaire ou des appointements ne dépassant pas 2.500 francs. Son fonctionnement se fait au moyen de caisses de maladie, organisées localement par branches de profession.

5° *Les Caisses libres.* — Ce sont, soit des caisses libres auxquelles tout associé reste libre d'adhérer, soit des caisses obligatoires organisées par les communes, quand les caisses libres ne suffisent pas. Quant aux cotisations, elles sont versées pour 1/3 par les patrons, et 2/3 par les ouvriers, proportionnellement aux salaires journaliers de ces derniers.

L'extension de cette branche d'assurance aux ouvriers de campagne et aux domestiques n'est pas encore réalisée. Cependant, les maîtres et patrons sont libres d'y adhérer et de faire assurer ceux qu'ils emploient; c'est ce qu'ils font généralement, pour éviter les grands frais qu'occasionne pour eux l'obligation de soigner les ouvriers et les domestiques tombés malades à leur service.

Quant à l'assurance contre les accidents, instituée en 1884, une loi de 1887 en est venue étendre encore la portée; elle embrasse actuellement les chefs des petits établissements industriels ou agricoles et les ouvriers dont le revenu annuel est inférieur à 2.500 francs. Elle fonctionne au moyen d'associations professionnelles constituées

par les patrons seuls ; c'est à eux, en effet, que dans cette partie de l'assurance obligatoire, incombe uniquement le paiement des cotisations.

6° *L'assurance contre l'invalidité et la vieillesse.* — Nous arrivons enfin à la troisième branche, à l'assurance contre l'invalidité et la vieillesse qui fonctionne depuis 1891 seulement. Les travailleurs de toutes professions y sont soumis. Son organisation essentiellement régionale diffère de celle des autres branches d'assurances organisées suivant la profession des assurés. Une autre différence consiste dans la subvention fixe de l'Etat de 62 francs par assuré. Quand cette assurance aura atteint son plein perfectionnement, on calcule que sur cent assurés, il y en aura un de pensionné pour vieillesse et onze pour invalidité, c'est-à-dire que pour la population totale de 50 millions d'habitants de l'Allemagne, il y aura un million et demi de pensionnés qui jouiront ensemble de 400 millions de francs de pension.

Voilà en quelques mots les bases du système d'assurance obligatoire en Allemagne.

Depuis plus de dix ans que le système d'assurance obligatoire est pratiqué en Allemagne, il rayonne et se ramifie maintenant dans tous les coins de l'Empire, jusque dans les familles les plus délaissées et les plus nécessiteuses. Or, cette expérience paraît être très favorable, à tous les points de vue. D'après les rapports publiés sur le fonctionnement de l'initiative, les relations entre employeurs et employés seraient devenues meilleures et la misère aurait sensiblement diminué dans les grands cantons industriels. Quant aux frais d'administration, ils ne sont pas exagérés puisqu'ils ne représentent guère que le 5 % au total des dépenses ordinaires.

Ajoutons qu'en Allemagne l'assurance obligatoire n'a pas tué les caisses libres, auxquelles au contraire elle a donné un regain de vigueur et de force : l'obligation au lieu d'être ici en opposition avec la liberté en a au contraire été un soutien et un nouveau ferment. Ce n'est qu'en se basant sur le principe de la liberté des caisses de secours que l'on a pu se débarrasser de l'idéal collectiviste, du cauchemar de tout esprit libéral : l'assurance obligatoire organisée et administrée par l'Etat et ses fonctionnaires.

Tel est le mode, le système, la méthode, appliqués en Allemagne où les diverses écoles socialistes ont pris un large développement pour étendre dans une grande mesure l'application de l'assurance obligatoire.

Maintenant que nous avons dit quelques mots sur le principe d'assurance obligatoire telle qu'elle est pratiquée en Allemagne, nous croyons utile d'analyser succinctement ce que l'on se propose d'édifier en Suisse pour établir, par des avantages effectifs, les diverses institutions de prévoyance en faveur de l'ouvrier.

7° *Un projet de loi en Suisse.* — Un projet est proposé au Conseil fédéral, relatif à l'obligation de l'assurance-accidents. Il est ainsi établi : le budget de l'assurance-accidents dit que la Confédération supporte tous les frais d'administration. Quant à la prime elle sera payée 20 % par la Confédération, 20 % par l'ouvrier assuré, 60 % par le patron.

Outre l'office central des assurances, le projet de la Commission crée un inspectorat des assurances comme moyen de contrôle. Les inspecteurs peuvent étendre leur activité à l'assurance contre la maladie.

Au chapitre des indemnités, la Commission, conséquente dans son désir de diminuer les frais de l'assurance, a réduit la rente annuelle qui sera accordée à l'assuré en cas d'invalidité totale des deux tiers au 60 % de son salaire. En revanche, elle a ajouté une disposition d'après laquelle, dans les cas particulièrement graves, la rente peut être élevée jusqu'à la totalité du salaire annuel. En introduisant cette adjonction, la Commission s'est sans doute laissé guider par un sentiment d'humanité auquel on ne peut que rendre hommage. Mais nous devons reconnaître, tout en admettant le principe, que la forme qu'elle a adoptée est bien vague et peut prêter à bien des abus. En somme, cela manque de précision.

Ce que nous tenons à signaler dans ce projet, c'est la création d'un tribunal des assurances composé de sept juges et de cinq suppléants élus par l'assemblée fédérale. C'est ce tribunal qui aura pour mandat sous le titre de « Tribunal spécial des assurances », de trancher toutes les contestations multiples qu'entraînera forcément l'application de la loi d'assurances contre les accidents. Cette idée est venue aux instigateurs du projet de loi sur l'assurance obligatoire en ce qui touche les accidents, à la suite des nombreux cas litigieux qui se produisent en Allemagne, où l'assurance obligatoire est largement appliquée.

8° *Un tribunal arbitral.* — Une objection spécieuse est également soulevée par les Suisses : ils n'admettent pas que le tribunal d'assurances ne soit absolument composé de juges nommés par le Conseil fédéral. Ils admettent un tribunal arbitral jugeant sans appel ni recours, mais ils demandent qu'il ait un caractère mixte, et soit composé de trois fonctionnaires, de deux ouvriers et deux patrons.

Telle est dans sa ligne principale la proposition de loi sur l'assurance obligatoire contre les accidents que la Suisse se propose d'appliquer. C'est un essai qu'elle veut tenter, ensuite elle continuera d'appliquer cette méthode d'engager l'Etat à concourir à sauvegarder le pauvre, le malheureux, l'ouvrier en un mot contre la misère et la souffrance, et procédera ensuite à l'examen d'un projet de loi contre la maladie.

Sur ce sujet nous avons peu de choses à dire, parce que en France nous avons beaucoup de Sociétés de secours mutuels qui fonctionnent. Mais en Suisse aussi il y a des Sociétés de secours mutuels qui existent et qui fonctionnent sous le nom de Caisses libres et de Caisses privées. Le gouvernement fédéral en décidant l'obligation de l'assurance contre la maladie, n'a pas l'intention de porter un coup au crédit de ces institutions, mais au contraire de contribuer à leur développement tant qu'elles se feront reconnaître par la loi, et de les faire profiter d'une allocation annuelle suivant leurs ressources et le nombre de leurs participants.

En un mot, c'est la substitution du rôle de l'Etat à l'initiative individuelle.

9° *Du rôle de l'Etat.* — Maintenant nous dirons pour conclure : quand l'Etat peut-il et-doit-il intervenir ? A quel criterium faut-il recourir pour savoir si son intervention est utile et légitime ?

L'intervention de l'Etat est utile et légitime chaque fois que l'initiative individuelle est incapable ou impuissante à réaliser un progrès social reconnu nécessaire, et qu'au contraire, cette intervention n'a pas sa raison d'être partout où l'initiative individuelle peut suffire par ses seuls efforts et par les entreprises qu'elle a fondées, aux améliorations réclamées par les besoins de la Société.

La mesure légitime de l'intervention de l'Etat, c'est donc, étant donnés les faits, l'impuissance, l'insuffisance, la négation de l'effort individuel dans l'accomplissement d'un progrès social. Nous en voyons l'expérience en France à propos des institutions de prévoyance. Toutes nos Sociétés de secours mutuels ont un avenir sombre, et devant les difficultés sans nombre qui apparaissent à la veille de remplir leurs engagements, elles s'adressent à l'Etat, et lui disent : « Que ferez-vous pour nous ? »

C'est le devoir de l'Etat d'intervenir dans une certaine mesure : Le respect de la liberté, et la répartition équitable des sommes allouées par lui à toutes les institutions de prévoyance : tel doit être son but.

M. Yves GUYOT

A Paris.

LE RÉSULTAT DES ASSURANCES ALLEMANDES SUR LES ACCIDENTS DU TRAVAIL [368.4 (43)]

— Séance du 9 août 1897 —

L'expérience porte sur un chiffre considérable. La 1re année, le système des assurances allemandes contre les accidents englobait 3.725.000 assurés ; deux ans après, on y ajoutait les accidents agricoles ; en 1895, le nombre des assurés était de 18.390.000, représentant 5.500 millions de journées de travail.

Toutefois, la loi ne s'applique pas à tous les ouvriers : les établissements au-dessous de 10 ouvriers, occupés d'une manière permanente, en sont exclus. Les employés, dont les gains dépassent 2.000 marcs (2.500 francs), sont en dehors de l'assurance, mais ils peuvent y être astreints par décision statutaire. La loi n'est pas applicable aux employés de l'Empire, des Etats et des communes.

L'indemnité consiste dans les frais de traitement médical à partir de la quatorzième semaine ; en l'allocation d'une pension au blessé à partir de la quatorzième semaine de l'accident et durant son incapacité de travail.

Au-delà de 4 marcs (5 francs) par jour, 1/3 seulement du salaire compte pour la pension. La pension, en cas d'une incapacité complète de travail, est de 66 2/3 % du salaire normal ; en cas d'incapacité partielle, le blessé reçoit une fraction de la pension ci-dessus mentionnée, fraction déterminée d'après le degré de capacité de travail qu'il a conservé. En cas de mort, 20 % du salaire pendant la durée du veuvage ; pour chaque orphelin, 15 % jusqu'à la quinzième année.

L'assurance est organisée par des corporations formant des circons-

criptions comprenant tous les établissements de l'industrie qui les a fait instituer.

Elle avait quatre prétentions :

1° *Diminuer le nombre des accidents.* — Voici le résultat :

NOMBRE DES ACCIDENTS DÉCLARÉS PAR 1.000 ASSURÉS

1887	23,78
1890	30,28
1893	35,23
1894	36,37
1895	37,90

Le nombre des accidents a augmenté de 60 °/₀ en 10 ans.

Pour le nombre des ouvriers agricoles, l'accroissement du nombre des accidents est encore bien plus considérable.

En 1888, première année de l'application de la loi, le nombre des accidents déclarés était de 0,92 par 1.000 assurés ; de 3,98 en 1890 ; de 4,80 en 1893 ; de 6,56 en 1895, 8e année de l'application de la loi, soit une progression de près de 600 °/₀.

2° *Garantir les ouvriers contre tous risques quelle qu'en fût la cause.* — En 1893, sur 25.348 litiges, 11.027 étaient provoqués pour refus de pension. Les dernières statistiques ne donnent plus ce renseignement.

D'où viennent ces refus ? C'est que la loi ne vise que « les accidents professionnels ». Mais qu'est-ce qu'un accident professionnel ? « Il ne peut avoir lieu que lorsque la victime assurée exerçait, au moment de l'accident, une fonction ou un travail de nature à être utile à l'exploitation industrielle, d'une façon essentielle, sinon exclusive, ou pour le moins d'une façon indirecte. » En outre, l'événement qui a engendré l'accident doit être en relation avec l'entreprise industrielle, au triple point de vue du lieu, du temps et de la cause.

Une décision de l'office impérial du 20 janvier 1890, refusait toute indemnité à un jeune homme blessé en faisant usage d'un monte-charge qui était interdit pour le transport des personnes sous peine d'une amende de 2 marcs.

Ce jeune homme se déplaçait verticalement : l'accident ne fut pas considéré comme étant en relation avec l'entreprise industrielle au point de vue du lieu.

3° *Suppression des litiges.* — Voici les faits :

	Nombre des litiges.	Nombre des appels.
1886.....	2.446	267
1890.....	14.879	2.354
1896.....	38.647	9.273

Les litiges ont augmenté encore plus vite que le nombre des accidents, et il y a plus d'un appel sur 4.

4° *Etablir la paix sociale.* — Quand les ouvriers sont en litige avec les corporations ou avec l'office impérial des assurances, pour refus ou pour réduction de pension, ils n'adressent point de vœux de reconnaissance à M. de Bismarck : c'est à Bebel et à Leibnecht qu'ils en appellent, et aux élections, ils donnent de nouvelles recrues au parti socialiste allemand qui, en 1894, a obtenu 1.786.000 voix, soit le quart des votes exprimés, avec une avance de 390.000 voix sur 1890 et 44 représentants au Reichstag sur 397 membres.

5° Rendre les accidents moins onéreux pour les industriels que le système de la responsabilité. Les industriels croyaient qu'ils n'auraient plus qu'à ajouter un tant pour cent au chiffre de leurs salaires et être quittes de tout. L'article 95 supprime, en effet, toute responsabilité du patron qui n'aurait pas été condamné judiciairement pour avoir occasionné le sinistre, mais en cas de négligence à se conformer aux ordres des inspecteurs de l'office impérial ou de la Corporation, l'employeur n'est pas couvert contre le recours de la Corporation. Il n'est irresponsable que pour les accidents arrivés aux employés ayant un salaire n'excédant pas 2.000 marcs. Les employés commerciaux ne sont pas compris non plus parmi les assurés. Enfin quand les accidents ne sont pas « professionnels » tels que les entendent la loi et la jurisprudence, l'assuré dont la demande est rejetée peut se retourner vers le chef d'industrie, le poursuivre en responsabilité. Malgré tous les efforts de la loi allemande, la responsabilité n'a donc pas disparu complètement. L'industriel, qui se croyait couvert par le forfait, ne l'est pas dans tous les cas.

Le chiffre de ce forfait n'est cependant pas indifférent pour l'industriel et il le deviendra de moins en moins.

L'application de ce système a commencé naturellement par exiger l'installation d'un nombreux personnel. En 1887, il montait à 17.457 personnes : il y eut 17.102 accidents déclarés. Il y avait donc plus d'un fonctionnaire par accident.

Comme le nombre des accidents a plus que doublé, si le nombre des fonctionnaires n'a pas augmenté, il y a aujourd'hui un peu moins d'un fonctionnaire par deux accidents. Il est vrai que tous ne sont pas rétribués, mais tous sont plus ou moins occupés et perçoivent des indemnités pour frais de voyage, de séjour et de bureau.

Les frais généraux de toutes natures par 1.000 marcs de salaires assurés représentent :

	Marcs.
1886	1,42
1890	1,52
1895	2,03

1° Par rapport au salaire touché par les assurés, dit M. Gruner, les frais d'administration ont passé de 1 1/2 °/₀₀ en 1886 à 2 °/₀₀ en 1896 ;

2° Par rapport aux indemnités payées, malgré la superposition, chaque année, d'un nouveau groupe annuel d'assurés aux groupes anciens dont le plus ancien est encore loin d'être arrivé à l'extinction, les frais d'administration paraissent se maintenir entre 21 et 22 °/₀ du montant des secours et indemnités.

Les promoteurs du système ont pu dire pendant les premières années qu'elles ne gênaient pas l'industrie allemande et que les industriels les acceptaient facilement.

M. Cheysson a pu comparer le système à un coin qu'on a enfoncé par la pointe, et qui ira toujours en grossissant jusqu'à ce qu'il fasse éclater l'industrie allemande.

Le gouvernement allemand a adopté le système de la répartition et non celui de la capitalisation. Chaque année, on ne perçoit, outre les sommes à verser à la réserve et qui, de 300 en 1886, sont descendues à 20 en 1890, à 10 en 1896 et seront de 0 en 1897, que le montant nécessaire au paiement des indemnités pendant l'année et non pas la valeur capitalisée de ces besoins. Ce système ne comporte donc le versement immédiat que d'une petite partie du capital de l'indemnité en rejetant la charge la plus lourde sur l'avenir. Au commencement les charges sont légères, mais elles ne cessent d'augmenter.

Les secours et indemnités comptaient par 1.000 marcs de salaire assuré :

	Marcs.
1886	0,76
1890	5,13
1896	9,64

L'accroissement est de 0,90 par année. D'après le tableau de prévision dressé lors du vote de la loi, les charges de la 10e à la 30e année, doivent encore doubler.

Tels sont les résultats de l'expérience de l'assurance obligatoire sur les accidents faite en Allemagne. Les résultats en Autriche ne sont pas meilleurs.

Rappelons-nous que les expériences les moins chères sont celles qui sont faites par les autres, et sachons en profiter.

M. C. CAYLA

A Saint-Amand-Montrond.

L'ASSURANCE OUVRIÈRE [368.4]

Avantages fournis aux ouvriers par les Caisses de retraites pour la vieillesse et en cas de décès et d'accidents de l'État, à côté de tous ceux déjà donnés ou promis par d'autres modes d'assurances.

— Séance du 9 août 1897 —

I. Pourquoi faut-il que tous nos désirs soient si absolus alors que tous les moyens de les satisfaire sont si relatifs ? Nous commençons tous en effet par souhaiter une félicité et une égalité parfaites ; et tôt ou tard, à l'exception de quelques révoltés ou habiles charlatans qui exploitent jusqu'au bout la plus facile des mines, c'est-à-dire le plus charmant des rêves, nous finissions par reconnaître que si on peut soulager et diminuer les misères humaines, les inégalités sociales, il est impossible de les supprimer.

L'Ecole économique la plus libérale du siècle, celle de J.-B. Say, Cobden et Bastiat, qui n'a pu échapper au reproche de ne pas procurer le bonheur absolu et universel, a sagement répondu par l'organe de M. Léon Say dans l'introduction de l'ouvrage de ce dernier sur Cobden :

« Cobden et Bastiat ont réussi à établir sur des fondements indestructibles la doctrine de l'harmonie des intérêts du laissez-faire, de la liberté du travail, de la paix sociale et internationale, de l'entente cordiale, sans idée d'oppression entre les divers collaborateurs de l'industrie, ouvriers ou patrons, et sans idée de domination entre les différentes nations de l'Ancien et du Nouveau-Monde. On s'est aperçu qu'ils n'avaient pas imaginé le remède à la misère humaine. Ils n'en avaient pas plus la prétention que de guérir la société des vices inhérents à son organisation naturelle. Ils ont démontré qu'il était préférable de ne pas troubler par des combinaisons d'esprit chimériques et de grandes inventions l'organisation nécessaire de la société, et qu'il n'y a pas de panacée universelle et législative pour guérir le mal social. Le paradis n'est pas au bout de leur marche triomphale. L'humanité n'arrive pas, elle marche, se suffit en avançant et s'honore par le progrès. »

La nécessité et le respect de classes sociales et de situations diverses reconnus, nous sommes encore et aussitôt portés à un autre désir plus rationnel mais également immodéré au début : celui de mettre nos personnes et nos biens à l'abri de tous les revers de la Fortune ; et on a inventé ce mot malheureux l'*Assurance*, comme s'il pouvait y avoir quelque chose de sûr dans ce monde, s'il y avait quelque chose de plus puissant que la prévoyance de tous les instants pour nous préserver le plus possible de tous les malheurs qui nous menacent et s'il n'y avait pas toujours à supporter d'une façon ou d'une autre le malheur arrivé.

Mais ce qu'on a trouvé avec l'assurance de beaucoup mieux que le mot, c'est cette chose essentiellement humanitaire, l'allégement du fardeau par la répartition entre tous les membres assurés des pertes occasionnées à quelques-uns par certains événements fortuits, répartition qui se fait soit au moyen de cotisations qui varient suivant l'importance du dommage et des indemnités (assurance mutuelle), soit à forfait, au moyen de cotisations appelées *primes* dont le montant est convenu d'avance avec une tierce personne nommée assureur qui se charge à ses risques et périls d'indemniser les sinistrés avec le produit des primes et même de ses deniers personnels si les primes sont insuffisantes (assurance à prix fixe).

Cette idée généreuse de solidarité et de participation d'un plus ou moins grand nombre aux malheurs de quelques-uns n'a pas tardé à engendrer celle-ci : la participation de tous aux malheurs de tous, c'est-à-dire l'Etat assureur ou réparateur des pertes sociales soit d'une façon obligatoire en protégeant de plein droit toutes les propriétés et les atteignant toutes par voie d'impôt, soit comme institution facultative offrant au public sa garantie en échange d'un libre tribut.

L'assurance obligatoire par l'Etat, c'est une des formes les moins réalisables et les plus dangereuses du Socialisme, et une conception tout à fait erronée du rôle et des attributions de l'Etat. Tout d'abord ce dernier ne doit faire, et en raison encore de ses moyens, que ce que les particuliers ne peuvent pas faire. Or, il y a maintes assurances que les particuliers peuvent très bien organiser eux-mêmes. Les personnes riches ou aisées par exemple n'ont pas besoin pour assurer leurs personnes ou leurs biens d'intervention supérieure. Si elles ne peuvent facilement ou ne savent former des associations leur permettant de jouir directement des bienfaits de la mutualité, elles trouveront toujours assez d'intermédiaires, compagnies ou autres, qui le feront pour elles et leur fourniront moyennant un légitime surcroît de primes toutes les combinaisons désirables pour les garanties cherchées. L'Etat leur doit seulement la protection contre la fraude et par suite un certain contrôle des statuts des Compagnies d'assurances.

Reste l'ouvrier et tout individu vivant au jour le jour qui a plus que tout autre besoin de se prémunir contre la perte de ses petites économies ou de son travail et dont les ressources sont en raison inverse de ce besoin. Il ne peut aller à ces intermédiaires qui, en raison de leurs frais d'administration et de réclame, demandent le versement de primes forcément élevées et surtout continues et régulières. L'Etat lui doit-il davantage ? Oui, mais il ne lui doit pas toute garantie et toute assurance. « Représentant les intérêts généraux du pays l'Etat, a fort bien dit M. Alfred de Courcy, a dans son domaine tout ce qui tend à prévenir les accidents eux-mêmes ou à diminuer les chances des désastres ; l'obliger rigoureusement à les réparer, ce serait favoriser l'imprévoyance et l'incurie, décourager l'industrie, détruire l'émulation, altérer profondément même la dignité de l'intelligence humaine en lui enlevant l'initiative et la responsabilité. » Nous ajouterons que ce serait la charité forcée et d'un chiffre incalculable, effrayant, imposée à certains contribuables, que l'Etat finirait par ne pouvoir y suffire et que, sans parler des difficultés de tarification et de répartition, le gouffre serait ouvert des compétitions et des dépenses sans limite.

D'ailleurs nous ne concevons pas plus cette obligation pour le patron que pour l'Etat ; et l'interprétation qu'on vient donner de nos jours au risque professionnel nous paraît aussi injuste en principe que déplorable dans ses effets. Que l'on contraigne toutes les industries, toutes plus ou moins dangereuses, aux plus rigoureuses mesures de précaution et de contrôle et qu'on leur fasse réparer les dommages provenant directement de leur faute malgré tout, d'accord ;

mais qu'on en déclare certaines en tout et pour tout spécialement dangereuses et qu'on les considère comme responsables d'avance de tous les accidents qui peuvent se produire chez elles, c'est inimaginable. C'est là non seulement déplacer les responsabilités, mais encore ne pas reconnaître ce qui existe généralement, à savoir que les ouvriers de ces industries sont payés en conséquence et devraient employer ce surcroît de traitement à s'assurer eux-mêmes, perdre de vue que ce que le patron sera contraint de donner aussi comme assurance il le retiendra sur le traitement et, surtout, que moins l'assurance sera faite directement par l'ouvrier plus les accidents iront en augmentant, comme cela se passe en Allemagne où fleurit ce beau système. Les indécisions du dernier Congrès de Milan et les divergences d'opinions à cet égard d'hommes aussi compétents que MM. Cheysson et Yves Guyot nous permettent d'espérer, malgré le pas fâcheux fait en France par la loi du 29 juin 1894 en cette voie, que le dernier mot n'est pas dit et qu'une solution plus équitable finira par triompher.

Toutefois les patrons et l'Etat doivent se pénétrer de plus en plus de l'intérêt qu'ils ont eux-mêmes à l'amélioration du sort de l'ouvrier, prendre une large part au grand mouvement de solidarité qui se produit un peu partout de nos jours et prodiguer à la plus belle des œuvres, la prévoyance ouvrière, par l'exemple et des sacrifices personnels, les encouragements qu'ils accordent à tant d'autres œuvres sociales. Et, dans ces encouragements eux-mêmes, il faut si peu de contrainte, de sacrifice de nature exclusive, qu'on ne sait souvent pas avec les incertitudes et la baisse du taux de l'argent, comme le faisait remarquer il n'y a pas trop longtemps M. de Beauregard dans son article « l'Epargne et l'Assurance » du *Monde Economique*, si c'est l'épargne avec ses libres dispositions de placement, ou l'assurance avec ses aléas quand même, qu'il faut le plus encourager.

Nous sommes tout à fait de l'avis de M. Drake, député, disant dans la *Revue politique et parlementaire* d'octobre 1894 :

> « Notre conviction est qu'une solution générale universelle, absolue du problème de l'assurance ouvrière présente des difficultés d'exécution les plus graves. Un double mouvement se déroule sous nos yeux : d'un côté on voit les efforts de l'initiative privée dans un nombre croissant d'industries pour assurer l'avenir du travailleur ; d'un autre côté notre pays a des qualités d'épargne et d'économie que personne ne niera. Ne tuez ni l'esprit de philanthropie et de solidarité sociale, ni l'esprit de prévoyance privée par une institution omnipotente de l'Etat. Celui-ci peut intervenir mais avec réserve et pas à pas. Ne peut-on améliorer le mécanisme de la Caisse actuelle et la rendre plus accessible ? »

Mais nous nous séparons de lui quand il préconise le système de M. Rochetin demandant au patron une contribution fixe et léonine de plus de 50 % et quand il déclare que rien n'est possible si le patron n'est pas intéressé par une contribution obligatoire à l'œuvre qu'on entreprend.

Que dire de l'obligation à l'assurance du plus intéressé de tous, l'ouvrier lui-même ? De morale qu'elle est, faut-il la rendre coercitive ? Voilà le vrai point de départ d'une question qu'on dit particulièrement ouvrière, mais qui est en réalité souverainement universelle et sociale.

On parle de risque professionnel ; mais, dans le sens où on l'entend, nous comprenons bien mieux le *risque social*. On conçoit en effet que, chacun dans ce monde, riche ou pauvre, pouvant un jour ou l'autre être à charge à la Société qui doit avoir à cœur de ne laisser personne dans l'extrême misère, il y ait pour tous un certain minimum à garantir et à assurer ; et que toute personne, avec des chances plus ou moins grandes il est vrai, mais que la solidarité humaine commande de ne pas mesurer, courant et faisant courir dès sa naissance à la Société ce minimum de risque, soit débitrice dès cette naissance d'annuités nécessaires pour couvrir ce dernier. Le chiffre de la cotisation, en fait d'assurance, baissant toujours avec l'accroissement du nombre des membres assurés, ce serait le moyen d'arriver au chiffre le plus réduit, le plus accessible à tous. Il y aurait bien toujours ceux qui ne pourraient ou ne voudraient jamais payer cette dette si minime et sacrée qu'elle fût ; mais il y aurait peut-être là aussi, pour le riche, le moyen de faire la plus profitable, la moins chère et la plus discrète des charités, en versant, dans certains cas, la cotisation de personnes parfois aussi dignes que gênées. Mais avant, et pour que cela soit réalisable un jour ou l'autre, il faudra bien accoutumer les esprits à cette idée que, si l'économie politique et la charité ne doivent pas être confondues, elles doivent se donner la main, qu'il n'y a pas de bonne économie politique ou sociale sans charité, sans aide, sans secours plus ou moins direct du plus fort pour le plus faible et surtout que, s'il ne doit même pas être humiliant de solliciter et accepter parfois une certaine aide, il est toujours aussi injuste et honteux de l'exiger quand on n'y a pas un droit absolu que de la refuser quand on le peut et quand on la doit.

Il faut le reconnaître d'ailleurs, il y a déjà de grandes tendances et de bons efforts faits dans le sens de cette union des œuvres charitables et des œuvres économiques.

« Autrefois, disait M. Léon Say, le 30 juin 1889, au banquet des « sociétés de secours mutuels et de retraites, en fait d'institutions de « prévoyance ouvrière, les patrons et l'Etat ne connaissaient que la « charité. Aujourd'hui, patrons et Etat cherchent aussi à mettre « l'individu en mesure de se secourir lui-même tout en l'y aidant. » Presque partout maintenant, Etat et patrons procèdent à des retenues pour constituer à leurs employés ou ouvriers des retraites auxquelles ils ajoutent souvent des majorations et des secours, ou bien aident ceux-ci à former des associations mutuelles auxquelles ils coopèrent de leurs deniers comme de leur personne. Il y avait beaucoup plus de charité que d'assurance proprement dite dans les Sunodries ou Hétairies de Solon en Grèce, les Sodalitates ou Collegia opificum de Numa en Italie, les Ghildes germaniques, les Confréries du moyen-âge, voire même les Friendly societies d'Angleterre à l'origine, c'est-à-dire tant que les ouvriers furent plus particulièrement groupés autour des maîtres et par eux ; tandis que les Sociétés de secours mutuels, nées au lendemain de la loi de 1791 qui sanctionnait le décret de Turgot de 1776 sur l'abolition des corporations et associations, et fondées sur la nécessité de parer alors aux principaux inconvénients de l'état d'isolement et d'abandon de l'ouvrier, furent bien, quoi qu'en dise M. Hubbard dans son Traité de l'organisation des sociétés de prévoyance, des fondations d'un genre nouveau, n'ayant, il est vrai, aucune prétention à l'assurance générale et absolue, mais établissant, sur les bases d'une mutualité plus large et plus indépendante; l'assurance plus modeste mais moins illusoire de l'obtention, avant tout, d'un secours aux heures de maladie et d'incapacité de travail. Avec elles, le riche continue à coopérer, il aide à l'organisation et la direction des choses, il n'en dispose plus seul et complètement.

Longtemps ennemi des associations, l'Etat a fait, en 1850, une loi qui, au lieu d'assurer sa coopération indistinctement à toutes les Sociétés ayant le but ci-dessus, non seulement n'accorde celle-ci qu'à certaines spécialement approuvées, mais encore n'a donné l'autorisation de vivre qu'à celles qu'il lui a plu. Si bien qu'il n'y avait encore récemment en France que 1.300.000 membres actifs des dites Sociétés réparties entre 7.300 Sociétés approuvées et 2.700 simplement autorisées.

La loi qui actuellement, après 18 mois d'incubation, est à la veille de voir le jour(1), est plus libérale, car elle donne à toute Société de secours mutuels la liberté de se former et de vivre, pourvu qu'elle

(1) Elle a été votée depuis et publiée au *Journal Officiel* du 5 avril 1898.

fasse connaître ses statuts et fournisse une statistique annuelle, elle autorise même les unions de Sociétés; mais elle réserve encore les subventions, les bonifications d'intérêt et les exemptions de taxes aux Sociétés qui fourniront annuellement le compte-rendu de leur situation et qui solliciteront l'approbation refusable seulement, il est vrai, aux cas : 1° de non-conformité des statuts avec la loi; 2° de non-prévision de recettes proportionnées aux dépenses pour la constitution de retraites ou assurances. Il ne faut pas cacher, toutefois, que cette condition de la séparation des fonds de retraites des fonds de secours, est excellente et que maintes Sociétés amicales de nos jours, pour n'avoir pas voulu faire cette distinction, n'ont pu constituer que des retraites dérisoires. Seulement, comme le disait encore M. L. Say au banquet du Jury de l'Economie sociale de 1889 : « On ne comprend pas bien la distinction des Sociétés libres et des « Sociétés approuvées. Si on veut faire des affaires de commerce, « c'est l'esprit de la loi nouvelle, on n'a pas le droit de ne pas se « soumettre à toutes les exigences d'un acte de Société et d'en refuser « par là certains bienfaits. » D'un autre côté, il paraît que le législateur va maintenir, sous une forme ou sous une autre, le taux de faveur de 4 1/2 pour les sommes déposées à la Caisse des Dépôts en vue des retraites; comme si les assurés directs de la Caisse nationale des Retraites, qui n'ont actuellement d'assuré que le 3 1/2, n'étaient pas aussi intéressants. Suivant le projet, ces associations pourront atteindre un ou plusieurs des buts suivants : assurer à leurs membres participants et à leur famille des secours en cas de maladie, blessures ou infirmités, leur constituer des pensions de retraite, contracter à leur profit des assurances individuelles ou collectives en cas de vie, de décès ou d'accidents, pourvoir aux frais de funérailles et allouer des secours aux ascendants, veufs, veuves ou orphelins. Elles pourront, en outre, créer des cours professionnels, des offices gratuits de placement et accorder des allocations en cas de chômage. Autant dire qu'elles pourront tout faire, tout secourir, tout assurer. C'est un peu trop l'espoir caressé : arriver à substituer presque entièrement l'assurance et les indemnités fixes et certaines aux secours plus ou moins variables.

Sans doute avec l'extension et les progrès de la mutualité, on parviendra à couvrir par l'assurance une plus grande somme de risques. Et déjà on voit quelques mutuelles donner des résultats fort encourageants, exemple : celle des Forges de France qui, avec une cotisation individuelle de 1 % du salaire, a trouvé moyen d'assurer 56.000 ouvriers en 1894, 56.110 en 1895; d'indemniser 381 accidents en 1894;

402 en 1895 ; de donner 41 retraites en 1894, 50 en 1895 ; d'accorder 332 secours permanents ou temporaires en 1894 et 337 en 1895. La Société de prévoyance de la Compagnie d'Orléans qui date de 1865, celle de secours mutuels des ouvriers en soie de Lyon qui date de 1872 et d'autres encore arrivent aussi à de beaux résultats pour la constitution de rentes viagères différées ou autrement dit de pensions. Mais dans toutes il y a la plus grande place faite aux secours variables à côté de l'assurance et aucune ne prétend à l'assurance complète, absolue.

Les accidents de la vie sont si multiples et si divers, suivant les milieux et les gens, que beaucoup se prêtent mal à la statistique et qu'on ne peut les assurer tous. Il y en a auxquels il faudra toujours se contenter de porter simplement secours et au plus vite ; et le secours pourra être d'autant plus grand et rapide qu'on entravera moins par la rigueur des calculs et des chiffres les élans de la charité. D'ailleurs, quels que soient les progrès de la statistique, que de données mathématiques qui nous manquent encore ! Pour la morbidité même, il n'existe en France que la table statistique d'Hubbard très incomplète et remontant à 1852. Le projet répond à cela qu'on dressera toutes les tables voulues en s'aidant de celles d'Allemagne, d'Autriche et Suisse sur l'invalidité et la morbidité et celles de Belgique sur les accidents. Attendons. Pour nous, les prévisions fermes, les statistiques, les assurances proprement dites mutuelles ou autres, ne peuvent s'appliquer qu'à quelques gros risques généraux, comme la mortalité, la vieillesse et l'incapacité absolue de travail.

Un savant actuaire, M. Fontaine, un des principaux fondateurs d'une excellente Société mutuelle nouvelle, la « Solidarité administrative » que M. Gerville-Réache prône si justement dans l'*Eclair* du 20 juillet 1897 et qui a surtout pour but de remédier aux imperfections de la loi de 1853 sur les retraites des fonctionnaires en garantissant quelque chose à eux ou aux leurs quand la mort ou l'incapacité de travail survient avant l'âge de la retraite, paraît avoir trouvé les plus heureuses combinaisons d'assurance temporaire et mixte, en se servant des tables de mortalité H^m et H^{ms}, déduites de 20 Compagnies anglaises ; mais il a reconnu lui-même, au XI^e Congrès de la Société d'Economie sociale, qu'il est déjà bien difficile d'indiquer la probabilité du risque d'invalidité prématurée et que la solidarité administrative, à côté des combinaisons réglées suivant les principes techniques des assurances, devait constituer un fonds de solidarité organisé plutôt par le sentiment que par la

science et dont les ressources seraient distribuées entre les orphelins mineurs.

Certainement, quand l'esprit corporatif et d'association, au moyen des syndicats ou autrement, aura fait assez de progrès pour grouper la plupart des ouvriers, les assurances mutuelles et directes, faites par ces groupements, pour se garantir contre les risques de mort, de vieillesse et d'invalidité, seront préférables à toute autre ; surtout si ces associations parviennent, comme celles d'Italie, à créer la meilleure des décentralisations financières, à acquérir et mériter de l'indépendance pour le placement de leurs fonds, à se fédérer avec des Sociétés d'épargne et de banque locales également plus indépendantes et à parer ainsi aux dangers de l'immobilisation de sommes colossales entre les mains de l'Etat.

II. En attendant ces groupements et ces bienfaits, pour les ouvriers plus ou moins isolés, les Caisses de retraites pour la vieillesse créées en 1850, perfectionnées en 1884 et 1886, et celles d'assurances en cas de décès et d'accident de 1868, offrent et offriront longtemps encore, au point de vue qui nous occupe, des avantages inappréciables mais un peu trop méconnus.

Ces institutions ont toutes les premiers avantages communs suivants : Elles ont été constituées sur le principe de la plus simple, la plus libre et la moins coûteuse des mutualités. L'Etat en fait le service gratuitement, réduit les formalités au strict nécessaire, n'exige généralement pas de constatation médicale pour la formation de l'assurance, suspend les rigueurs du fisc pour les pièces à produire et met tous ses agents : trésoriers généraux, receveurs des finances, percepteurs, receveurs des postes à la disposition de tous pour cela. Passons maintenant à chacune d'elles :

M. Bellom, dans la « *Revue politique et parlementaire* » du 5 juillet 1895, ne dit-il pas en parlant de l'avenir des Sociétés de secours mutuels et de la nouvelle loi : « Faute de table de mortalité des mutualistes, on pourra se servir, à titre provisoire, de la table de la Caisse nationale des retraites. » La Caisse des retraites pour la vieillesse a donc déjà rendu le grand service de fournir une statistique précieuse pour les progrès à venir. Sans fermer sa porte à personne, tout le monde ayant besoin de se prémunir, comme nous l'avons déjà dit, contre les revers de la fortune, elle l'ouvre surtout aux moins fortunés. L'Etat faisant des sacrifices personnels pour cette œuvre et appliquant un tarif de faveur réduit depuis, mais au début de 5 %, ne pouvait et ne devait le faire que pour un chiffre restreint de retraite. Aussi, a-t-on fixé

qu'on ne recevrait pas de sommes dépassant le capital nécessaire pour obtenir 600 francs de rente viagère, chiffre porté successivement à 750 francs et enfin à 1.200 francs celui d'aujourd'hui ; et, pour arrêter encore toute spéculation, le maximum des versements annuels a été limité en 1893 à 500 francs.

Les versements peuvent être faits à capital aliéné ou à capital réservé et tout placement à capital réservé peut être jusqu'à la dernière heure transformé en placement à capital aliéné. De plus, on accepte les versements les plus minimes. Avec 1 franc on reçoit son livret où chaque somme versée est immédiatement inscrite avec mention quelques jours après de la rente viagère qu'elle produira ; et ce franc peut être constitué sou par sou au moyen de timbres-poste réunis sur un bulletin spécial. Ensuite on a la faculté, que n'accordent pas les Compagnies, de suspendre ses versements et de les reprendre quand on veut. Enfin, la rente viagère servie est incessible et insaisissable jusqu'à 360 francs.

Par suite de la baisse croissante de l'intérêt de l'argent, le taux de faveur de 5 % n'a pu être maintenu. L'intérêt qui sert de base aux tarifs est maintenant fixé chaque année d'après celui que la Caisse retire des fonds qui lui sont remis avec une légère bonification, actuellement 3 1/2.

Malgré tout, même à ce taux, il suffit d'une économie d'environ 19 centimes par jour, depuis l'âge de 17 ans, âge des premiers gains, pour avoir droit à 60 ans, âge général de l'invalidité et de la retraite, à une rente de 1.000 francs à capital aliéné et 700 francs à capital réservé. C'est déjà un bien beau résultat pour un petit sacrifice. Ce sera mieux encore lorsque, les parents ou d'autres aidant, on en viendra à s'assurer dès l'âge où la loi le permet, c'est-à-dire 3 ans.

Quoi de plus bienfaisant et de plus encourageant encore que les dispositions établissant que si le déposant, après avoir effectué un ou plusieurs versements, est atteint, avant l'âge fixé pour l'entrée en jouissance, de blessures graves ou d'infirmités prématurées, entraînant une incapacité absolue de travail, la pension peut être liquidée immédiatement, et que ces pensions ainsi liquidées pourront être bonifiées jusqu'à concurrence de 300 francs.

Comment se fait-il qu'avec tout cela le nombre des déposants ne se soit élevé au 31 décembre 1895 qu'à 1.189.597 et que sur ce nombre de déposants, celui des ouvriers, non compris bien entendu les cantonniers et autres agents de l'Etat qui y sont contraints, soit particulièrement très faible ?

M. Raoul Jay, dans la « Revue politique et parlementaire » d'avril 1895, après avoir constaté que la plupart des dépôts sont constitués

par les versements des Sociétés de secours mutuels pour leurs membres que l'Etat secourt ainsi des deux mains, bien que quelques-unes soient fort à l'aise, comme celle des médecins de France et des journalistes républicains de Paris, et par les versements collectifs de quelques patrons, grandes Compagnies et administrations, ajoute : « l'assurance ouvrière contre la vieillesse sera obligatoire ou ne sera pas ». La loi du 29 juin 1894 vient de marier singulièrement cette idée avec celle du risque professionnel, en imposant cette obligation aux ouvriers des mines seulement et à leurs patrons. Cette loi nous paraît avoir le défaut d'être doublement d'exception. Puisqu'on veut de l'obligation, il en est une aujourd'hui que presque personne ne conteste. Nous avons en effet l'enseignement obligatoire. Que ne l'applique-t-on rigoureusement ici ? M. Dumaine l'a déjà dit dans le Dictionnaire des Finances de L. Say :

> Pour que l'ouvrier prenne le chemin de la Caisse des retraites il faut qu'il s'accoutume à faire des économies dès qu'il le peut et à s'imposer dans ce but plus d'un sacrifice. Il faut que cette moralité soit développée chez les enfants dès leur jeune âge, il faut que les idées d'économie et d'épargne leur soient inculquées sur les bancs de l'école. Lorsque les enfants auront compris, par des exemples bien choisis, par des enseignements répétés, quels avantages leur réservent, lorsqu'ils seront arrivés à l'âge d'homme, les institutions fondées par l'Etat en vue d'améliorer le sort des classes laborieuses, alors cette institution deviendra plus populaire, la sécurité absolue qu'elle offre aux déposants lui amènera la clientèle de tous ceux qui ont le souci de leur avenir et veulent conserver leur indépendance jusque dans leurs vieux jours.

On a fait bien des choses pour encourager et récompenser la bonne propagande à cet égard. On s'est adressé à maints intermédiaires : des affiches, des plaques indicatrices, des instructions ont été apposées, répandues un peu partout ; les percepteurs, les receveurs des postes, les instituteurs mêmes reçoivent à chaque instant des recommandations les invitant à provoquer ces opérations ; et on décerne des médailles aux plus zélés. Mais tout cela est insuffisant. Les agents des finances ont trop d'autres occupations et les remises qu'on peut leur allouer sont si minimes. C'est à l'école qu'il faut surtout et avant tout agir. L'instituteur n'a pas de remises spéciales pour cela jusqu'ici, c'est vrai ; mais on peut lui fournir ainsi le meilleur des thèmes pour toutes les parties d'un enseignement qui lui est payé. Que ne l'oblige-t-on à faire la plupart de ses leçons de choses, de morale, d'instruction civique et surtout de calcul sur cette matière et cette institution ! Il faudrait aussi créer dans chaque commune un Comité philanthropique de mutualité et d'épargne scolaire, une annexe ou résurrection

de la Caisse des écoles, institution de conception admirable, malheureusement mort-née presque partout, jouant le premier rôle d'intermédiaire, provoquant et encourageant la première épargne et les premiers versements, faisant marcher de pair les livrets de la Caisse avec les beaux livres dorés des distributions de prix et arrivant à doter chaque élève d'au moins un livret d'un franc.

Cette constitution première et universelle d'un livret individuel si faible qu'il soit, c'est le seul pas difficile à faire. Il faut le faciliter par tous les moyens. Pour ce faire, il est encore un rien qui nous paraît beaucoup : c'est la suppression de l'obligation de produire forcément l'acte de naissance au moment même du premier versement. Très grand est aujourd'hui le nombre de ceux qui n'habitent pas leur lieu de naissance ; et écrire à un ami ou à son maire pour se procurer l'acte en question est beaucoup plus qu'on ne croit toute une affaire pour bien des gens. Le moment psychologique de la première épargne et des bonnes intentions en placements de prévoyance est très fugitif. Il ne faut pas le laisser passer par des lenteurs quelconques. On devrait donc recevoir d'abord la somme offerte au nom indiqué, quitte à la Caisse, à attendre la production ultérieure d'une pièce dont à la rigueur elle n'aura besoin absolu qu'au moment de la liquidation de la rente, ou même et plutôt à requérir elle-même et directement cette pièce des municipalités.

Les deux autres Caisses créées par la loi du 11 juillet 1868, la Caisse d'assurances en cas de décès et celle en cas d'accidents complètent assez heureusement l'œuvre philanthropique concernant l'Etat en matière d'assurances. Elles sont encore plus que la précédente sans grand préjudice pour la libre concurrence ; car limitant considérablement le capital assuré et la réparation du dommage elles font partie de ces petites assurances sans profit pour les Compagnies.

La première a pour objet de payer au décès de chaque assuré, à ses héritiers ou ayants droit un capital dont le maximum ne peut excéder 3.000 francs, maximum qu'on atteint suivant les tarifs avec un versement annuel depuis l'âge de 17 ans d'environ 13 cent. par jour. On vient d'étendre, toujours avec le même esprit philanthropique, les attributions de cette Caisse par deux lois récentes : celle du 30 novembre 1894 qui autorise les acquéreurs et constructeurs de maisons à bon marché à contracter à la dite Caisse une assurance temporaire pour garantir le versement des annuités, et celle du 17 juillet 1897 qui l'autorise à faire des assurances mixtes ayant pour but le paiement d'un capital déterminé non seulement aux héritiers en cas de décès mais encore aux assurés eux-mêmes s'ils sont vivants, à une époque

fixée d'avance. Ces deux lois ont ceci de particulier qu'elles soumettent les assurés aux constatations médicales ordinaires.

L'autre Caisse de 1868, celle des assurances en cas d'accident, a pour objet de servir des pensions viagères mais d'un chiffre très limité aux personnes assurées qui, dans l'exécution de travaux agricoles ou industriels seront atteintes de blessures entraînant l'incapacité permanente de travail général ou de celui de la profession, et de donner des secours aux veuves et enfants mineurs des personnes qui auront péri par suite d'accidents survenus dans l'exécution desdits travaux, le tout moyennant des cotisations annuelles ou de 8 fr. ou de 5 fr. ou de 3 fr. En n'assurant que les accidents qui ont occasionné une incapacité permanente de travail, l'Etat a voulu laisser, comme les concernant mieux, aux Sociétés de secours mutuels le soin de venir en aide à l'ouvrier atteint par accident ou autrement d'une incapacité temporaire de travail. La pension qu'on peut se garantir varie entre 150 et 624 fr. suivant l'âge et la cotisation.

Si ces deux Caisses ont encore moins réussi que celle des retraites pour la vieillesse, c'est bien aussi parce qu'elles ne sont pas suffisamment connues et qu'elles ont besoin de la même propagande ; mais c'est encore, particulièrement pour celle des accidents, parce que les chefs d'établissements industriels vont surtout aux Compagnies qui leur fournissent aussi pour leurs ouvriers l'assurance contre l'incapacité temporaire de travail et qui peuvent les assurer eux-mêmes contre leur responsabilité personnelle restant toujours entière avec l'assurance par l'Etat.

Il est essentiellement désirable que les patrons s'habituent à ne pas trop confondre leurs intérêts avec ceux de leurs ouvriers, et, quand ils font de la philanthropie après l'Etat en aidant au versement des cotisations de ces derniers, il ne faut pas qu'ils cherchent à reprendre d'une main ce qu'ils donnent de l'autre, et qu'ils s'amusent à appeler en garantie, comme je l'ai vu faire au Tribunal de Segré, la Caisse des Dépôts pour réparation du dommage qu'ils éprouvent dans la sotte croyance qu'en assurant ainsi leurs ouvriers ils sont à l'abri de tout recours de la part de ces derniers, ou encore à soutenir comme je l'ai vu là encore, que, quand on se défend contre leurs prétentions à cet égard, on se défend contre les ouvriers assurés et que le conflit ne doit pas être porté devant le tribunal juridiquement compétent s'il est éloigné, par charité pour ces derniers.

Il faut enfin que tout le monde réagisse contre cette tendance de l'esprit public de ne voir toujours dans l'Etat qu'un exploiteur et un ennemi et se décide à reconnaître qu'il rend ici des services aussi sérieux que désintéressés.

Il ressort en effet de l'examen que nous venons de faire que, grâce à son intervention, sans trop surcharger le contribuable et sans que le commerce libre et les autres affaires aient à en souffrir, tout travailleur qui prélève seulement 35 centimes de son gain journalier pour en appliquer 19 à la Caisse des retraites pour la vieillesse, 13 à la Caisse des retraites en cas de décès et 3 à la Caisse des retraites en cas d'accidents, met lui et les siens d'une façon quasi-certaine à l'abri de la plupart des mauvais coups de la Fortune. Or, quel est l'ouvrier qui ne peut aujourd'hui, ne serait-ce que par de légers retranchements sur le tabac, le café et quelques autres consommations de luxe, arriver à faire ce prélèvement ! Nous croyons même fermement qu'avec un tout petit peu d'effort il pourra le pousser jusqu'à 50 cent., 10 cent. de plus pour les Sociétés de secours mutuels en cas d'accidents temporaires et 5 cent. en commençant pour l'épargne disponible. Et alors il aura avec la quiétude en l'avenir les plus grandes chances de voir sa position s'améliorer tous les jours, de prendre part plus tard à des mutualités et des assurances plus indépendantes et plus variées, et de rendre peut-être un jour au centuple à la Société les bienfaits qu'il en aura lui-même dignement et discrètement reçus.

Nous terminerons en justifiant ici l'intervention de l'Etat par la citation des lignes suivantes que nous trouvons sous la signature de M. Fridericksen, le savant économiste danois, faisant dans un des derniers numéros du *Monde Economique* l'éloge d'un autre célèbre économiste, l'Américain Hadley :

> Pour toutes les questions d'intervention de l'Etat nous sommes d'accord avec M. Hadley en ceci qu'il faut étudier en soi, dans ses conditions propres, chaque cas particulier. On ne peut pas se contenter de discussion générale, dire par exemple que le gouvernement ne doit procurer aux citoyens autre chose que la sécurité et la liberté. Qu'est ce que la liberté ? Ne doit-elle pas au fond contenir tout le développement individuel ? D'autre part le principe illimité de la concurrence entraînerait, comme le démontrait, il y a déjà longtemps, M. de Molinari, cette conséquence logique qu'il faudrait laisser les individus libres de se procurer la sécurité là où ils la trouvent à meilleur marché, ce qui n'entraînerait rien moins que la dissolution de l'Etat. La vérité est que l'utilité seule peut nous permettre de délimiter les fonctions de l'Etat.

Il nous semble que l'utilité de cette intervention de l'Etat en matière d'assurance, limitée comme on vient de le voir, est aussi évidente que réelle et que, si notre collègue de la Société d'Economie politique, M. Rochetin, a pu écrire, peut-être avec quelque raison, dans son récent ouvrage « Les Associations ouvrières » qu'il croit

que l'avenir est à la seule application du système d'association comprenant dans son étendue toutes les branches qui peuvent favoriser l'émancipation du travailleur et parer aux éventualités qui le menacent, nous pouvons dire avec non moins de raison qu'en faisant ce qu'il a fait l'Etat a, sans entraver l'avenir, assuré le présent et donné déjà de beaux exemples et de sérieux encouragements pour arriver à la meilleure solution possible d'un grand problème de solidarité sociale.

M. E. YVERNÈS

Secrétaire général de la Société de statistique de Paris.

LES VENTES JUDICIAIRES D'IMMEUBLES ET LA LOI DU 23 OCTOBRE 1884 [347 — 751.4]

— Séance du 9 août 1897 —

Par la loi du 23 octobre 1884, le législateur a voulu « accomplir une œuvre de justice depuis longtemps réclamée et rendre un véritable service à la petite propriété foncière ». Nous nous proposons de rechercher, à l'aide de la statistique, si les résultats ont complètement répondu à ses espérances ; mais, auparavant, il nous semble utile de jeter un coup d'œil rétrospectif et d'ensemble sur toutes les ventes judiciaires d'immeubles, quelles que soient leur nature et leur importance.

C'est en 1841 que pour la première fois la statistique civile du Ministère de la Justice a parlé des ventes judiciaires d'immeubles. La loi du 2 juin de cette année réformait, en effet, les dispositions du Code de procédure, relatives non seulement à la saisie immobilière, mais même à toutes les ventes judiciaires d'immeubles et il était important d'en constater les effets. Le tableau suivant indique, par période quinquennale, le nombre moyen annuel et la nature des ventes auxquelles il a été procédé de 1841 à 1894, c'est-à-dire pendant plus d'un demi-siècle.

NATURE DES VENTES	NOMBRES MOYENS ANNUELS										
	1841 à 1845	1846 à 1850	1851 à 1855	1856 à 1860	1861 à 1865	1866 à 1870	1871 à 1875	1876 à 1880	1881 à 1885	1886 à 1890	1891 à 1894
Ventes sur saisie immobilère	5.449	9.256	8.443	5.826	5.134	5.623	7.240	6.721	8.453	13.266	10.156
— après surenchère sur aliénation volontaire	452	536	611	429	355	368	466	437	657	966	847
— de biens de mineurs ou d'interdits	1.356	1.621	1.914	1.631	1.468	1.498	1.859	1.649	1.533	1.557	1.471
— sur licitation	5.054	5.911	7.387	7.684	8.126	8.799	10.285	10.525	10.676	11.605	11.862
— de biens dépendant de succession bénéficiaire	666	776	929	769	669	689	894	872	968	1.346	1.464
— de biens dépendant de succession vacante	194	237	305	240	221	243	323	298	312	475	548
Ventes d'immeubles dotaux	268	291	243	186	155	125	95	77	69	40	32
— de biens de faillis	396	523	404	561	652	713	688	769	894	978	846
— de toute autre nature (1)	60	110	58	51	57	71	141	203	365	192	195
TOTAUX	13.895	19 261	20.294	17.377	16.927	18.129	21.991	21.551	23.927	30.425	27.421

(1) Immeubles délaissés, biens d'absents, rentes foncières, nues-propriétés de capitaux, navires ou bateaux, droits d'usufruit ou d'usage, etc.

Ce tableau présente, pour certaines catégories de ventes, des augmentations ou des diminutions qui s'expliquent d'elles-mêmes ; mais les ventes sur saisies immobilières méritent une attention spéciale, parce que leur mouvement révèle l'état plus ou moins précaire de la propriété foncière. On peut observer, par les chiffres de la première ligne du tableau, l'influence exercée sur le nombre de ces ventes par les événements politiques, les crises agricoles, financières, etc. : augmentation pendant les périodes 1846-50, 1871-75, 1881-85 et 1886-90 ; diminution en 1891-94. Après avoir été de 13.288 en 1890, le nombre des ventes sur saisies immobilières n'est plus, en 1894, que de 8.723 ; c'est une réduction d'un peu plus du tiers, 34 %.

Une analyse détaillée de ce tableau nous éloignerait trop du véritable objet de cette communication. Nous nous bornerons donc à examiner, au point de vue de leur importance, les ventes terminées, d'une part, pendant les cinq années 1880 à 1884, qui ont précédé la mise en vigueur de la loi du 23 octobre 1884 et, d'autre part, pendant les cinq dernières années dont nous possédons les statistiques (1890 à 1894).

Prises dans leur ensemble, les ventes judiciaires d'immeubles ont été plus nombreuses pendant la dernière période que pendant la première : 28.092, année moyenne, de 1890 à 1894, au lieu de 23.329 de 1880 à 1884 ; mais il y a une tendance marquée à la diminution si l'on envisage chacune des années qu'embrasse la période la plus récente : 30.772 en 1890 ; 28.905 en 1891 ; 28.004 en 1892 ; 26.584 en 1893 et 26.193 en 1894 ; nous rappelons que les ventes sur saisies immobilières entrent, pour une large part, dans cette réduction.

En ce qui concerne le montant du prix d'adjudication, les ventes se distribuent ainsi :

		NOMBRES MOYENS ANNUELS	
		1880-1884	1890-1894
		—	—
Ventes dont le prix d'adjudication a été de	500fr et moins	1.326 ou 6 p. 100	2.468 ou 9 p. 100
	501 à 1.000fr	1.644 — 7 —	2.441 — 9 —
	1.001 — 2.000	3.027 — 13 —	4.255 — 15 —
	2.001 — 5.000	5.941 — 25 —	7.104 — 25 —
	5.001 — 10.000	4.588 — 20 —	4.935 — 18 —
	plus de 10.000	6.803 — 29 —	6.889 — 24 —
		23.329 — 100	28.092 — 100

On est frappé, tout d'abord, de l'augmentation réelle et proportionnelle des ventes dont le produit n'excède pas 2.000 francs : 5.997, année moyenne, en 1880-84 et 9.164 en 1890-94, soit un accroissement proportionnel de 53 °/₀. Et si l'on examine séparément chacune des trois classes de ventes qui constituent cet ensemble, on remarque que l'accroissement est de 40 °/₀ pour les ventes d'une valeur de 1.001 à 2.000 francs ; de 48 °/₀ pour les ventes d'une valeur de 501 à 1.000 francs, et de 86 °/₀ pour les plus petites ventes, celles dont le prix d'adjudication ne dépasse pas 500 francs.

Le tableau ci-après indique, en nombres moyens annuels, pour les deux périodes quinquennales considérées, le montant des prix d'adjudication et celui des frais taxés dans les ventes visées par la loi de 1884.

MONTANT DU PRIX D'ADJUDICATION		MOYENNE ANNUELLE					
		des ventes	des prix d'adjudication	des frais	PAR VENTE		
					du prix d'adjudication	des frais	des frais par 100 du prix
			fr	fr.	fr.	fr.	fr. c.
500 francs et moins	1880-1884	1.326	360.215	524.093	271	395	145 49
	1890-1894	2.468	645.090	707.621	261	286	109 69
501 à 1.000 francs	1880-1884	1.644	1.217.490	692.611	741	421	56 89
	1890-1894	2.441	1 835.766	788.490	752	323	42 95
1.001 à 2.000 francs	1880-1884	3.027	4.487.998	1.411.820	1.482	466	31 46
	1890-1894	4.255	6.323.237	1.646.212	1.486	386	26 03

La loi du 23 octobre 1884 a décidé ce qui suit : « 1° Dans les ventes judiciaires d'immeubles dont le prix principal ne dépassera pas 2.000 francs, toutes les sommes payées au Trésor pour droit de timbre, d'enregistrement, de greffe et d'hypothèques, applicables aux actes rédigés en exécution de la loi pour parvenir à l'adjudication, seront restituées ; 2° lorsque le prix d'adjudication ne dépassera pas 1.000 francs, les divers agents de la loi subiront une réduction d'un quart sur les émoluments à eux dus et alloués en taxe. »

Ces dispositions ont-elles produit des effets appréciables ? Oui, incontestablement, puisque la moyenne des frais par 100 francs du prix a subi une diminution de 35 fr. 80 dans les ventes d'immeubles adjugés à 500 francs au plus ; de 13 fr. 94 dans les ventes d'immeubles d'un prix de 501 à 1.000 francs, et de 5 fr. 43 dans les ventes d'une valeur de 1.001 à 2.000 francs (voir la dernière colonne du tableau). Mais ces résultats sont-ils suffisants ? Nous ne le pensons pas, car dans les petites ventes (500 francs et moins), les frais excèdent toujours le prix d'adjudication.

En 1890, la moyenne générale des frais par 100 francs du prix, dans les petites ventes, avait été de 112 fr. 90. Un dépouillement spécial, prescrit à cette époque par le Garde des sceaux, a démontré que cette moyenne était dépassée dans douze ressorts de Cours d'appel et qu'elle atteignait même 179 fr. 84 pour le ressort d'Aix, 245 fr. 72 pour celui de Chambéry, et 276 fr. 04 pour celui de Bastia. Il a été procédé à une enquête suivie d'une circulaire invitant les magistrats à surveiller la stricte observation des mesures prescrites par la loi de 1884, et c'est à ces instructions spéciales que l'on doit évidemment la légère réduction que l'on relève, de 1890 à 1894, dans la moyenne des frais par 100 francs du prix (112 fr. 90 en 1890 et 102 fr. 65 en 1894). Mais nous sommes encore loin du but que se proposait le législateur.

Il faut bien reconnaître, d'autre part, que les habitudes judiciaires sont bizarres. Ainsi, dans le nord de la France (13 ressorts de Cours d'appel) les Tribunaux renvoient les ventes devant des notaires *63 fois sur 100*, tandis que dans le Midi (les 13 autres ressorts) la proportion correspondante n'est que de *14 pour 100*. Les ventes faites par les officiers publics sont plus rapidement expédiées que celles qui ont lieu à la barre (82 terminées dans les trois mois sur 100, au lieu de 68 sur 100) ; elles entraînent moins d'incidents et moins de frais. N'est-il pas profondément regrettable que les justiciables soient traités différemment, suivant qu'ils habitent le nord ou le midi de la France ?

En ce qui concerne spécialement les ventes sur saisies immobilières — et c'est le cas le plus fréquent pour les petites ventes — la loi permet aux créanciers, lorsqu'ils sont majeurs et libres de leurs droits, de demander la conversion en vente volontaire, et, partant, le renvoi devant un notaire. Combien de fois cette conversion a-t-elle lieu ? 19 fois sur 100. Il est d'autant plus fâcheux que les créanciers ne soient pas incités à user plus fréquemment de cette faculté de réduire les délais et les frais de la procédure que le règlement de leurs intérêts souffre encore de nouveaux retards lorsque, pour la distribution entre eux du produit de la vente, ils ne consentent pas à l'ordre amiable.

Ne voulant pas donner à cette simple note plus d'étendue qu'elle ne comporte, nous arrêterons là nos réflexions. En résumé, la question est urgente et grave, en raison de l'accroissement constant du chiffre des petites ventes, accroissement qui ne pourra que s'accentuer par suite du morcellement continu de la propriété. Loin de nous la prétention d'apporter ici de nouveaux éléments à la solution du problème ; tout le monde connaît la situation ; notre but unique a été de soumettre quelques chiffres caractéristiques à ceux de nos confrères qui, ayant à leur disposition un moyen de publicité quelconque, peuvent s'en servir pour tenir l'opinion publique en éveil et exciter la sollicitude du Parlement sur un état de choses déplorable. La loi du 23 octobre 1884 n'est qu'une loi provisoire et si l'on est persuadé qu'elle n'a pas réalisé les bienfaits qu'on en espérait, il ne faut pas attendre la refonte complète du Code de procédure civile pour la rendre plus favorable aux intérêts de la petite propriété rurale.

M. J. CURIE

Lieutenant-colonel du Génie en retraite à Versailles.

EXPÉRIENCE DE REPRÉSENTATION PROPORTIONNELLE

[324.2]

— Séance du 12 août 1897 —.

Le supplément à l'Intermédiaire de l'AFAS donnait comme il suit le programme d'une expérience de Représentation proportionnelle à faire par correspondance (numéro de décembre 1896) :

« Les membres de l'AFAS sont priés de vouloir bien prendre part à une expérience du procédé proposé par M. Curie, lieutenant-colonel du génie, en retraite, pour l'application du principe de la REPRÉSENTATION PROPORTIONNELLE (1) d'après lequel les nombres d'élus des diverses opinions doivent être dans le même rapport que les nombres d'électeurs des mêmes partis, tandis qu'avec le scrutin de liste ou avec le scrutin d'arrondissement ordinaires, une minorité de près de la moitié des électeurs peut ne pas être représentée du tout; et, ce qui est pire encore, une majorité des 4/7es des votants peut n'être représentée que par 1/6^{e} des élus (98 sur 588 dans l'exemple donné, comptes rendus de 1889).

« Cette expérience consistant dans une élection fictive où chacun votera pour le savant et la science qu'il préfère, a pour objet de permettre aux membres de l'association de se rendre compte de la facilité et de la précision avec lesquelles fonctionne le procédé de vote proposé par l'auteur.

« A cet effet, chacun est prié d'envoyer à M. GARIEL, secrétaire de l'AFAS, 28, rue Serpente, à Paris, sous enveloppe ouverte affranchie comme *papiers d'affaires* (en France, 5 cent. par 50 gr.), un ou plusieurs bulletins de vote portant *un nom et un titre de liste* ou *un titre de liste seulement*. Les votes pour *un nom seul* risqueraient d'être perdus.

(1) Voir les comptes rendus des Congrès de Paris, en 1889, p. 404*-998; Marseille, en 1891, p. *372-947 et Caen, en 1894, p. *306-1079.

« Les listes en présence, composées de *noms classés par ordre de préférence*, sont les suivantes :

Liste A		Liste B	
Archimède.	Gauss.	Pythagore.	Newton.
Descartes.	Monge.	Copernic.	Laplace.
Newton.	Poisson.	Galilée.	Arago.
Leibnitz.	Cauchy.	Kepler.	Leverrier.
Pascal.	Chasles.	Descartes.	Delaunay.
Euler.			

Liste C		Liste D	
Cuvier.	Berthollet.	Hippocrate.	Hahnemann.
De Jussieu.	Thénard.	Galien.	Laennec.
Linné.	Fresnel.	Amb. Paré.	Dupuytren.
Lavoisier.	Gay-Lussac.	Jenner.	Nélaton.
Ampère.	Regnault.	Haller.	Pasteur.

« Pour l'utilisation des voix perdues, chaque liste est rattachée aux autres, les deux premières dans l'ordre alphabétique direct, les deux dernières dans l'ordre inverse.

« Les listes se composant de *noms classés par ordre de préférence*, si l'on vote pour une *liste seule*, le vote compte au 1er nom de la liste ; ou, si ce vote ne peut lui être compté, au 2e nom, ou au 3e et ainsi de suite.

« Si l'on vote pour *un nom et une liste*, le bulletin comptera d'abordau nom hors liste.

« Ainsi le vote est en réalité uninominal.

« Un bulletin de vote peut donc être ainsi rédigé :

LISTE D ou bien PASTEUR / LISTE D si l'on votait pour un nom seul le vote pourrait être perdu.

« Le *chiffre d'élection*, c'est-à-dire le nombre de suffrages nécessaire à un candidat pour être élu, sera fixé d'après le nombre des bulletins qui auront été envoyés. Il sera sans doute choisi entre 25 et 200.

« On fera connaître plus tard le résultat du dépouillement du scrutin ! »

Le supplément à l'*Intermédiaire* d'avril 1897 a rendu, comme il suit, un compte sommaire de cette expérience :

Le scrutin expérimental ouvert dans le Bulletin n° 78 a été clos le 31 janvier 1897.

Le nombre des votes exprimés a été de 233 ; le chiffre d'élection a été fixé à 25.

Les élus sont : Pasteur, Archimède, Descartes, Pythagore, Cuvier, Jussieu, Hippocrate, Linné, Copernic.

Nous allons exposer comment on est arrivé à ces résultats :

Le programme de l'expérience de Représentation proportionnelle qui a paru dans le numéro de l'*Intermédiaire* de décembre 1896 a été reproduit par la *Revue scientifique* (Revue rose). Les bulletins de vote des abonnés à cette revue, y compris celui que le Directeur, M. Charles Richet, a bien voulu m'adresser, ont été réunis, 28, rue Serpente et sont ainsi confondus avec ceux des membres de l'Association.

Le scrutin a été arrêté à la date du samedi 31 janvier 1897, et la présente note a pour objet de faire connaître les résultats de ce vote et les conclusions qu'il est permis de déduire de l'expérience.

La plupart des bulletins de vote ont été rédigés dans la forme indiquée dans le programme. Un certain nombre cependant ont été établis d'une manière plus ou moins fantaisiste.

Quand le votant s'est composé une liste à lui, soit en y inscrivant lui-même plusieurs noms, soit en effaçant ou en remplaçant quelques noms de l'une des listes proposées, le bulletin a été considéré comme portant un seul nom, celui qui est en tête. Le dépouillement n'aurait pas été impossible à faire avec de pareils bulletins, mais l'opération deviendrait trop compliquée dans la pratique si ces bulletins étaient nombreux.

Quand un groupe d'électeurs ne veut pas voter pour une liste telle qu'elle a été déposée à la Préfecture avant le vote, ce qu'il y a de mieux à faire, c'est de déposer une autre liste dans les délais voulus. Cette liste, si elle est bien faite, pourra réunir un certain nombre de suffrages qui ne seront pas perdus, pourvu qu'elle soit convenablement rattachée aux autres listes.

En interprétant les intentions des votants, nous avons utilisé plusieurs bulletins dont la forme était peu régulière et qui auraient été nécessairement annulés dans un vote officiel.

Un seul bulletin a été annulé.

On fera encore remarquer que sur 7 bulletins ne portant qu'un nom, un seul, au nom de Pasteur, a été utilisé.

VOTE DANS UNE CIRCONSCRIPTION UNIQUE

Dans notre expérience, le nombre total des votes donnés par le dépouillement du scrutin est de 233. Ce nombre étant peu élevé, nous adoptons, pour *chiffre d'élection*, comme nous l'avons indiqué dans la note du mois de décembre, le nombre 25. Ce nombre étant contenu 9 fois dans 233, les élus seront au nombre de 9.

Si on voulait avoir un nombre d'élus différent, il faudrait changer le chiffre d'élection. Pour avoir 21 élus, par exemple, il faudrait prendre pour ce chiffre le quotient 11 de 233 divisé par 21.

Les avantages qu'il y a à ce que le chiffre d'élection soit fixé à l'avance et le même partout, consistent, d'abord, à assurer par le fait même, la proportionnalité de la représentation ; en même temps, à beaucoup simplifier la solution du problème, et ensuite à accorder une véritable prime à ceux qui remplissent leurs devoirs électoraux, car tout votant est représenté et ceux qui s'abstiennent ne le sont pas.

L'ensemble du résultat du scrutin est représenté dans le tableau ci-joint où l'on a réparti dans 3 colonnes verticales les votes : 1° pour un nom seul ; 2° pour un nom avec une liste et 3° pour une liste seule.

Pour abréger le tableau, on a réuni sous la dénomination de *Divers*, les votes dispersés sur des noms tels que Newton, Pascal, Monge, Galilée, Arago, Ampère, Fresnel, Gay-Lussac, qui n'ont réuni que des nombres de votes avec listes, ne dépassant pas 14, insuffisants pour assurer leur élection, et dont les rangs sur les listes sont trop éloignés de la tête pour qu'ils puissent atteindre le chiffre d'élection par des votes de listes ajoutés aux votes de préférence.

(Suit le tableau.)

RÉSULTAT DU SCRUTIN			ATTRIBUTION DES VOTES	ÉLUS				
Nom seul	Nom et Liste	Liste seule		ARCHIMÈDE	DESCARTES			COPERNIC
Liste A ..... »	»	7	7 Archimède	7	»			»
Archimède... »	4	»	4 Archimède	4	»			»
Descartes.... »	4	»	4 Descartes.....	»	4			»
			14 Archimède	14	»			»
Divers..... 1	40	»	40 { 17 Descartes.....	»	17			»
			9 L^te B (Copernic)..	»	»	»	»	9
1 (3)	48	7		25				
Liste B ..... »	»	5	5 Pythagore.....	5	»			»
Pythagore... »	2	»	2 Pythagore.....	2	»			»
Copernic..... »	1	»	1 Copernic	»	»	»	»	1
Descartes.... »	3	»	3 Descartes.....	3				»
Divers.. 1	27	»	27 { 18 Pythagore.....	18	»			»
			9 Copernic	»	»			9
1 (3)	33	5		25				

					CUVIER		DE JUSSIEU	LINNÉ	
Liste C ..... »	»	9	9 Cuvier.....	9	»	»	»	»	
Cuvier..... »	6		6 Cuvier.....	6	»	»	»	»	
De Jussieu .. »	1		1 De Jussieu	»	»	1	»	»	
Linné..... »	7		7 Linné.....	»	»	»	7	»	
Lavoisier.... 2	17		10 Cuvier.....	10	»		»	»	
			48 { 24 De Jussieu	»	»	24	»	»	
Divers..... 1	31		14 Linné	25	»		14	»	
(Pasteur) (1) .. »	2		2 Pasteur.....	2	1		»	»	
(Descartes) .. »	1		1 Descartes.....		25	25			
3 (3)	65	9							
Liste D ..... »	»	3	3 Hippocrate.....		3		»	»	
Hippocrate .. »	7		7 Hippocrate		7		»	»	
			10 Hippocrate.....		10		»	»	
			21 { 4 C Linné				4	»	
Divers..... 1 (3)	21		6 B Copernic.....				»	6	
			1 Non utilisé.....				»	»	
			1 Pasteur.....	1			»	»	
Pasteur..... 1 (2)	27		28 { 22 Pasteur.....	22			»	»	
			5 Hippocrate	»	5		»	»	
2	55	3		25	25		25	25	

(1) Les votes entre parenthèses sont des votes de préférence pour un nom qui n'est pas sur la liste.
(2) Compté à Pasteur.
(3) Perdus.

RÉCAPITULATION

Totaux.....	7 201 24	9 élus à 25 voix.....	225
	232	Liste D voix non utilisée	1
Vote nul.....	1	Votes pour un nom seul perdus.	6
			232
		Vote nul.....	1
Total.....	233	Total égal.....	233

Voici comment se fait la répartition des voix.

Le nom qui a réuni le plus grand nombre de votes de préférence est celui de Pasteur :

1°) Pasteur ».....	1	
Pasteur C.....	2	
Pasteur D.....	22 + 5	à reporter sur la liste D (Voir Hippocrate).
Pasteur	25	ELU

On compte d'abord un vote pour Pasteur seul, qui ne peut être utile qu'à lui-même ; ensuite, les deux votes pour Pasteur, liste C, où la préférence personnelle est bien marquée, en ce qu'elle est affirmée avec vote pour une liste autre que celle du parti sur la liste duquel il est porté. Pasteur réunit 5 voix de plus qu'il ne lui en faut pour être élu. Ces 5 voix sont à reporter sur la liste D.

Après le nom de Pasteur, c'est celui de Lavoisier qui a réuni le plus de votes de préférence :

Lavoisier ».....	2	voix perdues.
Lavoisier C.....	17	voix à reporter sur la liste C.
Lavoisier	19	non élu.

Lavoisier n'étant que le 4e de la liste C ne peut, comme on le verra plus loin, être élu par des votes de liste.

Après les votes de préférence on passe à la liste A :

2°) Archimède A.....	4		3°) Descartes A.....	4	
Liste A	7		Descartes B.....	3	
Divers, liste A.....	14		Descartes C	1	
			Divers A	17	
Archimède	25	ELU	Descartes.....	25	ELU

De la liste A, il reste 9 voix à reporter sur la liste B (voir Copernic).

La liste B donne :

4°) Pythagore B.....	2		Copernic B.....	1	
Liste B	5		Divers B	9	
Divers B.....	18		Divers A.....	9	
				19	
Pythagore.....	25	ELU			

Copernic n'ayant réuni que 19 voix de la liste B et de la liste A, il faut attendre, pour savoir s'il pourra être élu par suite du rattachement d'autres listes à la liste B.

On passe à la liste C :

5°) Cuvier C.....	6	6°) De Jussieu C.	1	Linné C.....	7
Liste C.....	9	Divers C	24	Divers C. ...	14
Divers C.....	10	De Jussieu...	25 ELU		21
Cuvier.....	25 ELU				

Quant à Linné, il faut attendre pour savoir s'il pourra être élu par des votes reportés de la liste D.

Les suffrages de la liste D ont déjà élu Pasteur par des votes de préférence. Hippocrate l'est surtout par des votes de liste.

7°) Hippocrate D.	7	8°) Linné C.....	7	9°) Copernic B..	1
Liste D.....	3	Divers C.....	14	Divers B.....	9
(Pasteur) D....	5	Divers D	4	Divers A....	9
Divers D	10	Linné.....	25 ELU	Divers D	6
Hippocrate	25 ELU			Copernic	25 ELU

De la liste D il reste disponibles 11 voix, dont 4 seront d'abord reportées sur la liste C et compteront à Linné, puis 6 sur la liste B et compteront à Copernic.

Il reste une voix de la liste D qui n'est pas utilisée et qui s'ajoute à 6 voix perdues et à un vote déclaré nul.

Il importe de bien se rendre compte de l'effet du *rattachement* de 2 listes telles que C et D entre elles. Cet effet revient à ceci : la liste C dispose de 71 voix qui lui donnent 2 élus et il reste 21 voix. La liste D dispose de 61 voix qui lui donnent 2 élus et il reste 11 voix. De ces 11 dernières voix, 4 vont s'ajouter aux 21 de la liste C qui atteint ainsi le chiffre d'élection 25, et Linné, 3e de la liste C est élu. S'il était resté à la liste C 15 voix seulement et à la liste D 17, c'est la liste D qui aurait eu un élu de plus.

En résumé, il y a :

9 élus à 25 voix chacun	225	232
Voix de la liste D non utilisée	1	
Voix pour un nom seul perdues ..	6	
Vote nul		1
Total des votes..		233

VOTE PAR LISTES LOCALES DANS QUATRE CIRCONSCRIPTIONS

Le dépouillement, tel qu'il vient d'être effectué, a eu lieu au local de l'Association, 28, rue Serpente, dans une circonscription unique.

On ne changerait rien aux résultats en supposant que les bulletins correspondant respectivement aux 4 listes A, B, C et D aient été déposés dans 4 lieux de vote différents.

Alors les listes auraient un caractère essentiellement local, comme quand le vote se fait dans des départements différents, dans chacun desquels un seul parti entre en ligne.

Supposons des circonscriptions ayant pour centres les lieux de vote ci-après :

L'Institut, pour les géomètres (liste A) ;

L'Observatoire, pour les astronomes (liste B) ;

Le Collège de France, pour les sciences physiques, chimiques et naturelles (liste C) ;

L'Académie de médecine, pour les médecins (liste D).

Il y a alors, dans chaque circonscription, concentration des votes sur une seule liste.

De la liste A, Archimède (1er) et Descartes (2e) sont élus sur place ;

De la liste B, Pythagore (3e) est élu de même ; mais Copernic est renvoyé au recensement général ;

De la liste C, Cuvier (4e) et de Jussieu (5e) sont élus par le vote local ; Linné doit attendre le résultat du recensement général ;

Quant à la liste D, Pasteur (6e) est élu sur place par des votes de préférence, et Hippocrate (7e), par des votes divers de la liste D.

Cette liste D donne 11 voix à reporter au *recensement général* et 9 voix de la liste A s'y ajoutent.

Linné (8e), ayant obtenu 21 voix de la liste C, est élu grâce à 4 des voix de la liste D.

Copernic (9e), ayant 10 voix de la liste B, en reçoit 9 de la liste A et 6 de la liste D.

Le résultat, avec ces 4 circonscriptions, est exactement le même que dans le cas d'une circonscription unique, sauf que sur les 9 élus, 7 ont été proclamés dans les 4 circonscriptions où on a voté et les 2 derniers ne l'ont été qu'au recensement général. Les 2 votes au nom de Pasteur, liste C, pourraient seuls donner lieu à discussion, par suite de ce que Pasteur appartient à la liste D.

VOTE DANS TROIS CIRCONSCRIPTIONS DIFFÉRENTES SUR DES LISTES GÉNÉRALES

Pour donner à l'expérience un caractère d'ensemble, se rapprochant plus des circonstances ordinaires de la pratique, on a réparti les bulletins de vote dans trois circonscriptions différentes, suivant leurs provenances, indiquées par les timbres des bureaux de poste des lieux d'origine : la première comprenant les départements de la Seine et de la Seine-et-Oise ; la deuxième, les lieux à l'est du méridien de Paris ; la troisième, les lieux à l'ouest de ce méridien. Mais les votes recueillis ne se sont pas trouvés suffisamment concentrés sur certains noms ou sur certaines listes pour que l'élection eût un caractère local, que ne pouvaient d'ailleurs pas lui donner les listes proposées. L'attribution des voix aux candidats n'a donc pu être faite qu'au recensement général, comme dans une circonscription unique, au moyen des résultats du dépouillement fait dans les trois circonscriptions, et c'est ce qui aurait eu lieu, en réalité, si le vote s'était effectué dans les circonscriptions supposées (1).

Dans cet exemple de division en circonscriptions distinctes, quand même dans aucune des circonscriptions le scrutin ne donne un seul élu, on arrive avec les mêmes votes au même résultat que dans une circonscription unique.

Le nombre de voix perdues sur l'ensemble du scrutin n'atteint pas le chiffre d'élection, toutes les listes étant rattachées entre elles.

C'est ce qui est obtenu, dans notre solution du problème de la Représentation proportionnelle, par le *rattachement des listes entre elles* pour l'utilisation des voix perdues et par la faculté de *reporter les votes d'une circonscription sur une autre.*

Si les partis forment plusieurs groupes inconciliables, entre lesquels il n'y a pas de rattachement possible, le nombre de voix perdues a pour limite supérieure, autant de fois le chiffre d'élection qu'il y a de groupes non rattachés entre eux.

Nous ne donnons pas le tableau dans lequel ont été réunis les résultats de l'expérience ainsi faite, tableau dont les totaux ne sont pas autre chose que les chiffres donnés dans le cas du dépouillement fait dans une circonscription unique.

(1) Cela résulte de ce que le rattachement a été indiqué comme devant se faire entre des listes générales. Si l'on opérait, dans chaque circonscription, le rattachement comme si les listes avaient un caractère local, le résultat serait légèrement différent, il pourrait y avoir un ou deux noms changés.

Les résultats sont toujours les mêmes, quelle que soit la répartition en circonscriptions, ce qui n'a nullement lieu dans le cas du scrutin de liste ordinaire, ni dans le cas du scrutin d'arrondissement.

CONCLUSIONS

Les conclusions à tirer de cette expérience sont les suivantes :

1° Le scrutin a donné une représentation bien exactement proportionnelle puisque chacun des élus a été nommé par 25 votants et que le nombre des voix non utilisées est aussi réduit que possible.

2° On voit aussi que le résultat est indépendant de la répartition des diverses opinions dans les différentes circonscriptions.

3° En ce qui concerne l'influence des listes, le fait de l'élection de Pasteur qui figure le dernier sur la liste D, montre que les votants ont su s'en affranchir, et qu'en se concertant entre eux, il leur eût été facile de faire passer d'autres candidats non portés en tête des listes. L'inconvénient du rôle exagéré des listes sera d'ailleurs considérablement atténué si, pour leur confection, on opère avec soin dans les réunions préparatoires composées de membres d'une même opinion, en nombre aussi grand que possible, suivant les indications que nous avons données dans notre mémoire de 1894.

4° C'est par le rattachement des listes que l'élection se fait comme si l'on opérait dans une circonscription unique.

5° Les opérations du vote et du dépouillement du scrutin n'offrent d'ailleurs aucune difficulté.

M. L.-J. GRAS

Secrétaire de la Chambre syndicale des Tissus de Saint-Etienne.

L'ORGANISATION SYNDICALE DE LA FABRIQUE DE RUBANS DE SAINT-ÉTIENNE

(HISTORIQUE DE LA CHAMBRE SYNDICALE DES TISSUS)

[331.88 (44.58)]

— Séance du 12 août 1897 —

Nous avons voulu compléter, par une communication à la section d'économie politique du Congrès de 1897 de l'Association française pour l'avancement des sciences, les renseignements fournis par le livre local offert aux Congressistes par la ville de Saint-Etienne. Nous avons pensé que l'organisation syndicale de notre pays méritait une mention spéciale. Pour nous borner nous avons étudié plus spécialement l'Association patronale de la Fabrique de rubans, la plus puissante des institutions stéphanoises de ce genre.

Au 1er juillet 1896 la statistique générale indiquait pour le département de la Loire :

37	Syndicats	patronaux.....	2.156	membres
82	—	ouvriers.....	12.023	—
1	—	mixte.....	22	—
18	—	agricoles.....	2.560	—

4 Unions de Syndicats ouvriers groupaient 43 Syndicats, soit 36.104 membres.

Dans la classification des départements d'après le nombre des syndicats, la Loire venait au 7e rang pour les Syndicats patronaux, au 5e rang pour les Syndicats ouvriers, au 24e rang pour les Syndicats mixtes, au 26e rang pour les Syndicats agricoles, au 7e rang pour les Unions de Syndicats.

Dans la classification d'après la population syndiquée, la Loire venait au 8e rang pour les Syndicats patronaux, au 6e rang pour les Syndi-

cats ouvriers, au 43e rang pour les Syndicats mixtes, au 69e rang pour les Syndicats agricoles, au 3e rang pour les Unions de Syndicats.

Il convient de remarquer que le nombre considérable des ouvriers appartenant aux 4 Unions de Syndicats est la conséquence de l'établissement à Saint-Etienne du siège social de la Fédération des mineurs de France.

La ville de Saint-Etienne seule représente une bonne partie de la population syndicale de la Loire ainsi qu'en témoignent les chiffres suivants :

24	Syndicats	patronaux.....	1.656 membres
19	—	ouvriers.....	4.535 —
1	—	mixte.....	22 —
2	—	agricoles.....	1.145 —

Les 4 Unions de Syndicats ouvriers ont toutes leur siège à Saint-Etienne. De plus une Union patronale s'est constituée le 21 décembre 1896.

33 Syndicats ouvriers ont leur siège à la Bourse du Travail. Leurs statuts présentent cette particularité : la fonction de Président permanent est inconnue. L'Administration est confiée à un Secrétaire élu et le Président est nommé à chaque séance et pour la durée de la séance seulement.

Sur les 24 Syndicats patronaux 10 ont été créés avant la loi du 21 mars 1884. Ce sont les Syndicats de la boulangerie (1855), de la boucherie (1867), du bâtiment (1867), des tissus et matières textiles (1872), des liquides (1875), de la charcuterie (1879), de la métallurgie (1882), de l'ameublement (1883), des chausseurs (1883).

4 Syndicats nouveaux ont été créés depuis la publication de la dernière statistique syndicale officielle ; ce sont les Syndicats des Agents d'assurances contre l'incendie, des grains et farines, des fabricants d'armes et de la Fabrique d'armes (110 membres environ). Le nombre actuel des Syndicats patronaux de la ville de Saint-Etienne est par conséquent de 28. Il convient d'y ajouter la Chambre des négociants, composée en grande partie de commissionnaires, l'Union des propriétaires, le Comité des Houillères de la Loire et le Comité des Forges.

Les Syndicats que nous n'avons pas encore nommés se rapportent aux professions suivantes : horticulteurs, pharmaciens, canonniers, buandiers et baigneurs, chapellerie, cafetiers, restaurateurs et maîtres d'hôtel, horlogers, bijoutiers et orfèvres, tissus élastiques, droguistes, herboristes et produits chimiques, médecins, papiers peints, approvisionneurs, imprimeurs, tissage mécanique.

Nous n'entrerons pas dans les détails de l'organisation de ces Syndicats. Leur administration est confiée à un Conseil ou Chambre syndicale composé d'un plus ou moins grand nombre de membres et renouvelé en général par fraction, afin d'assurer l'unité de direction de la Société. 9 Syndicats ont choisi, en dehors de leurs membres, un secrétaire appointé (liquides, horticulteurs, métallurgie, fabrique d'armes, négociants, grains et farines, bâtiment, approvisionneurs, tissus). De cette façon les soucis matériels de l'Administration sont épargnés aux membres du bureau et les archives et procès-verbaux sont régulièrement tenus.

Les cotisations individuelles varient beaucoup suivant les Syndicats. Elles vont depuis 5 francs, (boulangerie) jusqu'à 100 fr. (tissus). Elles sont de 6 fr. pour les horloger-bijoutiers ; 10 fr. pour les pharmaciens ; 12 fr. pour les chapeliers, les horticulteurs et les imprimeurs ; 15 fr. pour le bâtiment ; 18 fr. pour les chausseurs ; 20 fr. pour les approvisionneurs et les grains et farines ; 25 fr. pour la Fabrique d'armes et les liquides ; 50 fr. pour les tissus élastiques.

Deux Syndicats ont établi la cotisation proportionnelle : l'Association métallurgique et les fabricants d'armes.

Les métallurgistes versent un droit fixe de 20 fr. et un droit proportionnel au chiffre total des salaires et traitements payés au personnel de chaque usine. Le taux de ce dernier droit est fixé annuellement par l'Assemblée générale. Il est actuellement de 0,05 p. $^{0}/_{00}$.

Les fabricants d'armes versent un droit proportionnel de 0,05 par fusil que le sociétaire est susceptible de fabriquer dans l'année. Le Bureau est libre d'accepter la déclaration du sociétaire ou de le taxer d'office.

Peu de Syndicats ont un local affecté spécialement à leurs services. La plupart d'entre eux se réunissent dans une salle prêtée pour la durée des séances.

La question du local a cependant de l'importance. Un siège social *ad hoc* permet au Syndicat ou à son Conseil d'Administration de délibérer près de ses archives et de les consulter pendant la réunion. On sait combien les déplacements fréquents nuisent à la bonne tenue des dossiers, des registres et des publications.

Divers syndicats ont organisé des services personnels pour leurs sociétaires : Bureau de placement (liquides, horticulteurs, bâtiment, boulangerie), vérification des lettres de voiture, analyse des vins (liquides), conférences et concours (horticulteurs), conciliations et arbitrages (ce service est organisé dans beaucoup de Syndicats et

donne des résultats effectifs surtout dans le Syndicat du bâtiment), etc. Quelques Syndicats publient un bulletin.

L'Union des Chambres syndicales de Saint-Etienne, fondée en 1896, comprend 23 Chambres représentées par un Conseil central composé de 2 délégués par Syndicat. Le Syndicat des tissus est représenté par 6 délégués (2 rubaniers, 2 veloutiers, 2 teinturiers).

Nous abordons l'organisation de la Chambre syndicale des tissus et matières textiles, le plus important des Syndicats de la ville de Saint-Etienne.

Les ouvriers de la Fabrique de rubans de Saint-Etienne se répartissent entre diverses professions correspondant aux professions patronales et groupant dans la région 75.000 personnes, hommes, femmes et enfants. Les deux plus importantes de ces professions, le tissage et la teinture, ont des Chambres syndicales.

Le tissage est représenté par la Chambre des chefs d'atelier rubaniers et veloutiers (900 membres) divisée en 5 groupes de quartiers et administrée par un Conseil de 24 membres et par un secrétaire appointé.

En outre, 5 chambres de *compagnons* fonctionnent à la Bourse du Travail. Il existe aussi une Chambre syndicale des tisseurs élastiques à Saint-Chamond et 2 Chambres syndicales de passementiers à La Fouillouse et à Saint-Didier-la-Séauve. Enfin une Association professionnelle du tissage mécanique a été organisée récemment à Saint-Etienne.

La teinture est représentée par deux Chambres syndicales, ayant leur siège à Saint-Etienne et à Saint-Chamond, et composées chacune de 200 membres.

Une Fédération régionale des Syndicats de tissage et industries similaires groupe, depuis 1895, 7 des Syndicats ouvriers et fonctionne à la Bourse du Travail.

Les professions patronales de la Fabrique comprennent environ une trentaine d'industries ou de professions. Les principales sont : fabricants, marchands de soie ou d'autres matières textiles, et teinturiers.

Les fabricants de tissus élastiques ont formé une petite Chambre syndicale de 10 membres en 1890.

La majorité des fabricants de rubans et de velours, des marchands de soie et des teinturiers, font partie de la Chambre syndicale des tissus et matières textiles, fondée en 1872.

C'est l'organisation et le fonctionnement de cette Chambre que nous voulons plus spécialement étudier.

La Chambre syndicale des tissus se compose, à l'heure actuelle, de 118 membres. Elle en a compté 130 à son origine. Le nombre de ses sociétaires est descendu jusqu'à 86. Elle est administrée par 15 membres, renouvelés par tiers tous les ans et rééligibles une seule fois après un premier mandat. La rééligibilité n'a été admise que depuis 1896, afin de conserver le président plus d'une année en fonctions. Les conseillers nomment chaque année le bureau du Syndicat.

Les membres payent une cotisation individuelle et annuelle de 100 francs; le produit des cotisations alimente presque exclusivement le budget de la Chambre syndicale, car les services rendus personnellement aux sociétaires sont presque tous gratuits. Grâce à une sage administration de ses finances, le Syndicat a pu s'assurer le concours permanent d'un secrétaire-archiviste, d'un employé et quelquefois d'un petit commis. Il a pu payer des abonnements coûteux et nombreux aux collections d'échantillons de nouveautés, aux publications intéressant la fabrique et à des Sociétés d'intérêt général comme l'Alliance française ou la Société des industriels et des commerçants de France. Il a pu organiser une bibliothèque, avoir à sa disposition une installation complète et permanente, rétribuer un avocat-conseil, participer aux frais d'élections à la Chambre et au Tribunal de commerce et engager des frais d'impression considérables.

Un Comité des veloutiers, disposant d'une caisse particulière, et un Comité des teinturiers, organisé en 1897, fonctionnent à l'intérieur du Syndicat.

Le Conseil ou Chambre syndicale doit se réunir au moins une fois par mois. En réalité, il se réunit deux fois et même trois fois. Il n'est pas rare, en effet, que le nombre des séances dans une même année atteigne 30 et 40.

L'Assemblée générale des sociétaires a lieu au moins une fois par an, mais presque toujours des Assemblées extraordinaires et même des Assemblées plénières sont convoquées. En 1896-1897 le nombre des Assemblées a été de 8.

Les rapports annuels, très sommaires, des présidents, résument les travaux de l'année, et ces travaux sont considérables, comme on peut le voir par l'énumération suivante :

La Chambre syndicale dresse la statistique annuelle de la production et de l'exportation de la Fabrique. Une décision fut prise à ce sujet en 1877. La première statistique fut dressée en 1881. Les fabricants furent invités à déposer dans l'urne un bulletin anonyme indiquant leur chiffre d'affaires, suivant les articles. La Chambre dut

compléter, par des évaluations, les lacunes de ce tableau ; un certain nombre de fabricants, par indifférence ou par méfiance, n'ayant pas pris part au scrutin. A partir de 1885, la Chambre facilita le vote en faisant porter l'urne au domicile de tous les fabricants.

Le président de la Chambre syndicale commente chaque année, dans son rapport, le tableau dressé par le Syndicat, ainsi que les variations des cours et des façons. Aussi la Chambre syndicale possède-t-elle une image très fidèle et très complète de la situation générale de la Fabrique depuis 1872.

Cette situation a fait l'objet de délibérations et de rapports spéciaux étendus, notamment en 1883 (pétition au Président de la République), en 1885 lors de l'envoi de la Commission des 44 à Saint-Etienne, en 1880 et en 1891 lors de l'élévation des tarifs de douanes.

L'exportation atteint environ la moitié ou le 1/3 de la production de la Fabrique, qui oscille chaque année entre 80 et 100 millions de francs. Aussi les questions de douanes françaises et étrangères ont été constamment l'objet des études de la Chambre.

Dès l'origine, la question de l'impôt sur les matières premières a réclamé l'attention du Syndicat. Une guerre implacable est engagée depuis longtemps entre les fabricants de rubans et les filateurs du Nord à ce sujet, et, jusqu'à présent, ni les uns ni les autres n'ont obtenu satisfaction. L'admission temporaire des filés de coton, accordée par le décret du 18 septembre 1883, fut supprimée en 1892 et remplacée par le remboursement partiel, sur le tissu exporté, du droit perçu à l'entrée des filés. Ce remboursement est organisé dans des conditions peu pratiques et la Fabrique ne peut en bénéficier.

Tout en contenant le Nord, la Fabrique, en même temps, dut faire face au Midi. Les filateurs de soie et les sériciculteurs ont lutté désespérément en 1892 pour empêcher le Parlement de voter la franchise des soies grèges. Une campagne terrible, engagée par Lyon et par Saint-Etienne, et dont les détails sont encore présents à la mémoire de tous, aboutit à une victoire complète du tissage. Des primes furent accordées à la filature et à la sériciculture pour une période de six ans.

Cette période vient d'être prorogée d'une année, et, à cette occasion, depuis un an, la Chambre syndicale des tissus a mobilisé toutes ses forces pour combattre et pour démasquer les projets de ses adversaires, projets trompeurs et qui ont séduit une partie de la Fabrique lyonnaise.

Pour lutter, en 1892, la rubanerie dut s'imposer extraordinairement. Aujourd'hui, la Chambre syndicale cherche à se procurer des

ressources suffisantes pour soutenir la nouvelle campagne, et la Fabrique l'encourage en offrant de s'imposer de nouveaux sacrifices.

La Fabrique de rubans, avons-nous dit, vit en grande partie de son exportation. De là, la nécessité, pour la Chambre syndicale, de faire tous ses efforts pour combattre le courant de réaction protectionniste qui sévit en France comme à l'étranger.

En 1874, la lutte fut engagée entre le Syndicat de Patterson et celui de Saint-Etienne, et les élections américaines favorisèrent Saint-Etienne. En 1877, la Chambre syndicale fit des démarches auprès du Gouvernement de Paris dans le but d'empêcher l'élévation des tarifs suisses. La même année, une protestation remise à M. le Ministre du commerce, contribua à nous faire accorder par l'Espagne le traitement de la nation la plus favorisée. En 1881 on négocia en vue du traité avec l'Angleterre, on propagea l'idée d'un traité avec les Etats-Unis. Une légère réduction des droits d'entrée fut consentie par le Gouvernement de ce pays en 1883. En 1885, nouvelles démarches auprès du Gouvernement à propos du projet de tarif présenté au Reichstag par M. de Bismarck. En 1887, l'Italie dénonça son traité de commerce et nous appliqua les tarifs de guerre. Les séricieulteurs et les filateurs voulurent profiter de cette occasion pour demander des droits à l'entrée des soies italiennes. Lyon et Saint-Etienne, par les démarches de leurs Syndicats et de leurs représentants, firent rejeter cette prétention par la Chambre. Battus au Sénat ils obtinrent, en fin de cause, que ces droits fussent réduits à 0,50 sur les cocons, 2 francs sur les grèges, 3 francs sur les ouvrées. En 1890, nouvelle campagne à cause du bill Mac-Kinley. En 1892, les démarches faites de concert avec l'Association des tissus de Paris, contribuèrent à amener les gouvernements français et espagnol à conclure un arrangement en vertu duquel nos marchandises bénéficièrent du tarif minimum à l'entrée de la péninsule. En 1893, l'attention de la Chambre syndicale fut sollicitée par la convention franco-russe signée le 17 juin. En 1894, une délégation présenta aux Pouvoirs publics une série de revendications beaucoup trop libérales pour être écoutées. En effet, le Syndicat demandait des traités de commerce à longue échéance et l'affranchissement de toutes les matières premières nécessaires à la fabrique de rubans. En 1895, la Chambre syndicale étudia, discuta et correspondit au sujet de la convention franco-russe. En 1896 enfin et en 1897, le Syndicat adhéra à la campagne pour l'amélioration de nos relations commerciales avec l'Espagne et avec l'Italie. Il négocia pour la réduction du tarif de douanes suisse, il combattit les prétentions des Américains lors de la discussion du bill Dingley.

Il faut ajouter qu'en 1883, en 1895 et en 1896, le Syndicat ne cessa d'assaillir le Gouvernement français de ses réclamations au sujet de la taxation au demi-brut par les douanes allemandes et autrichiennes.

La Chambre se mit en relations avec les consuls de Bâle, Dusseldorf et New-York et chercha à connaître l'organisation et la force des fabriques étrangères. Elle contribua pécuniairement à envoyer un délégué aux Etats-Unis à cet effet (1876). Elle combattit par les moyens légaux l'espionnage industriel organisé chez nous par les Allemands et par les Suisses.

Les questions d'outillage et de fabrication sont également en honneur à la Chambre syndicale. Nous citerons, au hasard, les délibérations relatives à l'emploi des moteurs à gaz (1882), les études sur l'emploi de la ramie (1885 et 1887); les savants rapports de MM. Chaize frères sur les moteurs électriques (1889), le patronage accordé à un inventeur pour l'emploi d'une mécanique « Fine réduction » (1891), les conférences organisées dans le but de faire connaître de nouveaux systèmes de métiers, le projet de création d'un musée de métiers déjà en formation à l'Ecole professionnelle, les délibérations relatives à la demande de concession de la Compagnie électrique de la Loire pour une distribution d'énergie aux ateliers des passementiers (1896-97), le savant rapport de la Commission spéciale pour l'examen des différentes mécaniques employées à Saint-Etienne, rapport de M. Gotard, président de la Commission (1897), enfin l'étude des innombrables inventions et améliorations de tous genres que des ouvriers soumettent à la Chambre syndicale pour obtenir son patronage ou son concours financier.

Désireuse d'entretenir de bonnes relations avec les ouvriers et d'améliorer leur situation, la Chambre syndicale, on peut le dire, s'est passionnée pour l'étude des questions ouvrières. A de nombreuses reprises elle a cherché à éclairer les passementiers sur leurs véritables intérêts et, en même temps, elle songeait aux moyens pratiques à employer pour atténuer les crises. On peut citer : le mémoire sur la question des salaires, rédigé en 1880 par une Commission de la Chambre, les sages conseils donnés en 1881 aux chefs d'atelier pour les empêcher de refuser systématiquement le travail des maisons les plus occupées jusqu'à acceptation de leur tarif par ces maisons ; l'adoption d'une mesure uniforme pour régler l'indemnité due par l'ouvrier en cas de retard et par le fabricant en cas de chômage (1885), l'invitation à la Fabrique d'accepter diverses propositions présentées par les Prud'hommes ouvriers en 1890, la nomination de commissions mixtes en 1892 et en 1896 ; les négociations entamées avec

les Prud'hommes ouvriers en 1892 ; l'ouverture de souscriptions parmi les fabricants et qui produisirent, en peu de jours, plus de 10.000 francs en 1883 et plus de 60.000 francs en 1894, distribués immédiatement aux ouvriers ; les tentatives de 1882, 1891 et 1897 pour ramener la mode au velours et au ruban, tentatives qui n'allèrent pas sans entraîner quelquefois des dépenses considérables ; l'adoption d'un tarif minimum des velours à la fin de 1894 et son exécution rigoureuse par les fabricants qui ne craignirent par de déférer un délinquant patron aux tribunaux en 1896 ; l'impôt volontairement consenti en 1896 par la presque unanimité des fabricants pour alimenter une caisse de prévoyance et en même temps une caisse de prêts aux ouvriers de tissage. Tous ces faits prouvent la bonne volonté de la Chambre pour faire un nouveau pas dans la voie de l'apaisement social. Ne pouvant engager, par son adhésion, la Fabrique toute entière, elle n'a pu donner toujours une réponse favorable et équitable aux réclamations des ouvriers, mais ses efforts n'ont pas été perdus. Ouvriers et patrons ont intérêt à causer ensemble et à discuter librement les conditions du contrat de travail.

Les questions de législation sociale, étudiées simultanément avec les questions ouvrières, ont déterminé la Chambre syndicale à prendre d'importantes délibérations sur les lois ou projets suivants : loi sur les syndicats professionnels du 21 mars 1884, lois et projets de 1880, de 1883 et de 1892 sur les Conseils des Prud'hommes, projet Demôle et Lockroy de 1886, projet Bovier-Lapierre (1888, 1889, 1890, 1891, 1892), loi sur le travail des enfants et des femmes employés dans l'industrie (1892), projet de loi sur les règlements d'atelier (1893), enfin projet de loi sur les accidents du travail (1896).

Les démarches relatives à la loi du 2 novembre 1892 ont été pénibles, mais elles ont abouti à faire accorder au pliage et à l'encartonnage du ruban le bénéfice des tolérances du décret du 26 juillet 1893. Inutile d'ajouter que dans toutes ses requêtes la Chambre syndicale a affirmé hautement le droit de tous à la liberté absolue du travail.

S'intéressant à l'enseignement professionnel et commercial la Chambre a demandé et obtenu l'établissement de cours publics de comptabilité et de langues vivantes (1876) et de cours de basse-lisse (1884). Elle a appelé l'attention des autorités locales sur la nécessité de développer l'enseignement des écoles de dessin et professionnelles. Elle a apporté tous ses soins à l'organisation d'un musée des métiers. Enfin, depuis de nombreuses années, elle alloue des prix en argent aux élèves des sections de tissage de ces écoles ainsi qu'aux élèves de

l'école libre, et elle délègue plusieurs de ses membres pour faire subir les examens.

La Fabrique de Saint-Etienne expédie ses rubans sur tous les points du globe. Aussi la Chambre syndicale prit-elle de bonne heure l'initiative d'engager ses sociétaires à envoyer leurs produits à toutes les expositions, et notamment à Philadelphie (1875), Boston, Nice, Amsterdam (1883), La Nouvelle-Orléans, Montréal (1884), Paris (1878-1889), Moscou (1890), Saint-Etienne (1891), Chicago (1893), Lyon, Anvers (1894), Amsterdam, Bordeaux (1895), Rouen (1896), Bruxelles (1897). L'appel ne fut pas toujours entendu : la lassitude, les frais, l'insuccès de diverses exhibitions annoncées à grand fracas par l'étranger, l'impossibilité d'exporter dans certains pays à cause des tarifs de douane prohibitifs, et quelquefois le défaut de temps, arrêtèrent souvent la bonne volonté des fabricants. Mais, dans beaucoup d'expositions, la Rubanerie brilla du plus vif éclat, témoin les hautes récompenses décernées aux membres de la Fabrique. Ajoutons que la Chambre syndicale, à propos des expositions, forma des Comités de propagande et d'organisation, obtint des subventions, centralisa souvent les envois et diminua, par son intervention, les frais d'expédition et d'installation. Rappelons aussi que la Chambre syndicale prit l'initiative, en 1887, d'un envoi collectif destiné à introduire le ruban dans les modes d'Extrême-Orient.

Les rapports des Présidents de la Chambre syndicale prouvent que cette Compagnie a délibéré assez souvent sur les questions de législation commerciale ou financière : impôt de 3 p. %, puis de 4 p. % sur les revenus des valeurs mobilières et sur la commandite (1875, 1892), recouvrement des effets de commerce par les huissiers (1883 ?), contribution des patentes (1884, 1890), projet d'impôt sur le revenu, projet de loi sur les successions, législation des poids et mesures (1896), etc., etc.

Les moyens de transport et de communication sollicitèrent beaucoup l'attention du Syndicat comme on va en juger par l'énumération suivante :

La Chambre syndicale des tissus, en effet, a, à son actif, de nombreuses réclamations relatives à la distribution des courriers (1887, 1897), aux abonnements au téléphone (1888), à l'affranchissement des papiers d'affaires (1896), à la création de lignes téléphoniques et de cabines publiques (1897), aux tarifs différentiels de transit de la Compagnie P.-L.-M., tarifs tout à l'avantage de Bâle (1881, 1884, 1886), aux colis postaux (1883, 1893), à la marche et à l'horaire des trains entre Paris et Saint-Etienne (1833, 1886, 1889, 1890, 1897) et

entre Saint-Etienne et Lyon (1889), aux billets circulaires (1883, 1897), aux petits colis non postaux (1883), aux billets d'aller et retour (1883, 1885, 1897), aux tarifs de pénétration (1887, 1890), à la petite vitesse du vendredi (1889, 1897), à la création d'un tarif spécial pour les rubans (1890, 1896), à la création d'un bureau de ville (1890, 1895), aux billets kilométriques (1897), à la responsabilité des chemins de fer (1897), etc., etc.

La Chambre Syndicale a pris une part active aux élections à la Chambre de Commerce, au Tribunal de Commerce, au Conseil des Prudhommes, tant au point de vue de la révision des listes que de la présentation des candidats (1885, 1889, 1890, 1892). Elle s'intéresse aussi aux élections de la Commission de la Société de garantie pour la répression du piquage d'onces (1891, 1895).

De même, la Chambre syndicale n'a cessé de s'occuper des usages et abus de la Fabrique, pour régulariser les uns et pour combattre les autres. Elle a pris des délibérations très importantes et lancé de nombreuses circulaires, notamment au sujet des métrages inexacts (1872, 1875, 1893), du pliage sur bateaux (1879), de la livraison hâtive des échantillons de nouveauté (1882, 1883), du prix des emballages (1885), des livraisons aux acheteurs (1885), des mesurages des rubans avec bords à picot (1886), des valeurs ou échéances et de l'escompte (1886, 1890, 1891), de l'unification des feuilles de chargement (1891), du mode de rétribution des essais de soie (1892), des réclamations des Filateurs et Mouliniers au sujet du conditionnement, du décreusage, des courtages et des rendages (1893, 1894), enfin et surtout au sujet des bonifications pour courts métrages (1885, 1892, 1895) et au sujet du décreusage (1882, 1886, 1887, 1888, 1897). Une Commission d'initiative, en 1883, s'occupa des prix de vente à la ligne, de l'escompte unique et des bonifications. Une Commission mixte de fabricants et de teinturiers fonctionna en 1884. La Chambre publia un barême en 1886. Elle participe à la confection d'une carte de nuances depuis 1888. Elle a ouvert un registre des réclamations et des abus, etc., etc.

Rappelons que la Chambre syndicale des Tissus organisa, en 1877, la Société d'économie politique de la Loire qui fut dissoute en 1888. Une Société d'études économiques, fondée en 1891, compte aujourd'hui, parmi les sociétaires de la Chambre syndicale, deux vice-présidents et un grand nombre de membres.

Cette Chambre est en relations constantes avec les syndicats similaires de Paris et de Lyon et avec les Consuls des pays d'exportation. Malgré un essai infructueux en 1890, elle a pris l'initiative, en

1896, de la création d'une Union des Chambres syndicales de Saint-Etienne, Union qui groupe, à l'heure actuelle, la presque unanimité des syndicats patronaux de notre ville (1).

La Chambre syndicale ne se contente pas d'étudier et de défendre les intérêts généraux de la Fabrique. Elle rend aussi des services personnels à ses sociétaires. Dès son origine elle préparait des modèles de déclaration pour la douane. Elle protégeait la propriété industrielle en poursuivant les contrefacteurs avec le concours de l'Union des fabricants de Paris, soit en facilitant le dépôt des marques de fabrique à l'étranger et en France, soit en sévissant contre certains commissionnaires peu scrupuleux, soit encore en prévenant la Fabrique par de longues circulaires indiquant les formalités à remplir et les délais imposés, etc. Dès son origine aussi, la Chambre vérifiait les lettres de voiture et, à ce sujet, en 1875, elle contribua à faire établir une jurisprudence favorable par le Tribunal de Commerce de Saint-Etienne et par la Cour d'appel de Lyon (3 mars). 30.000 lettres furent vérifiées par ses soins. En 1880, elle faisait dégrever la patente de 75 fabricants. En 1875 elle réglait plusieurs différends par arbitrage. En 1890, elle déterminait la création d'une Caisse permanente de secours aux patrons et employés, Caisse qui distribue chaque année plus de 9.000 francs de pensions aux fabricants nécessiteux. En 1881, elle publiait le Guide du Fabricant, indicateur des métiers et des adresses des ouvriers rubaniers. Une seconde édition fut préparée en 1891. En 1896, elle créait un service de consultations gratuites sur affaires litigieuses concernant la Fabrique, service dirigé par un avocat et qui a donné immédiatement des résultats. La même année, un service de communication des actes de Société des maisons en rapport avec Saint-Etienne fut organisé. Ajoutons enfin que la Chambre procure gratuitement des représentants à ses sociétaires et qu'un bureau de lecture, où se trouvent rassemblées de nombreuses publications, est à la disposition des membres du Syndicat.

Mais les deux services les plus importants et dont le fonctionnement n'a pas été un seul instant interrompu, sont le service du contentieux des faillites, liquidations judiciaires et de recouvrements et celui des renseignements sur la clientèle. Depuis sa fondation, la Chambre a distribué plus de 400.000 francs de dividendes *en espèces* et plus de 40.000 renseignements. Ces deux services sont gratuits.

(1) Les dates indiquées dans cette communication permettent de se reporter aux Rapports annuels des Présidents de la Chambre syndicale des Tissus.

Les Associations qui ont un passé semblable à celui de la Chambre des Tissus, méritent les éloges de toutes les personnes autorisées pour avoir bien défendu les intérêts des professions qu'elles représentent. Elles méritent aussi d'être encouragées pour n'avoir pas cessé de rendre des services volontaires à l'industrie nationale et à la patrie.

M. Ivan LAPAINE

LES COMMUNES MIXTES ET LE GOUVERNEMENT DES INDIGÈNES EN ALGÉRIE

[325.(65)]

— *Séance du 12 août 1897* —

L'auteur part d'un fait particulier, les communes mixtes, dont il étudie l'organisation et dont il propose la réforme. Puis, marquant les conséquences et la portée de cette réforme, il s'élève à des généralisations qui vont jusqu'à envisager l'évolution de la société indigène et les destinées de notre race dans l'Afrique du Nord. En effet, il faut toujours en revenir aux idées générales ; et ce sont les idées générales qui ont le plus manqué à l'œuvre de la France en Algérie.

Qu'est-ce, d'abord, que la commune mixte ? Un bref exposé l'indique. La commune mixte est comme le trait d'union entre le régime militaire, issu de la conquête, et la commune de plein exercice, qui est la fin de cette évolution et qui représente l'avènement du droit commun. Sa forme est la forme d'une commune ordinaire, dont chaque village européen et chaque tribu indigène constitue une section, et qui a à sa tête une Commission municipale en guise de Conseil municipal et un administrateur en guise de maire.

Cette organisation répond-elle à son objet ? Il faut, pour répondre à cette question, étudier son fonctionnement. Or, de cette étude, faite d'une façon très serrée, il résulte que la commune mixte n'a d'une commune que le nom : elle n'est qu'un agrégat de territoires

soudés les uns aux autres en dépit de leurs intérêts contraires ; la Commission municipale n'y a rien d'une assemblée communale ; le budget n'y a rien d'un budget communal : trop souvent les indigènes y fournissent les ressources alors que ce sont les Européens qui profitent des dépenses ; personne n'y est dans son rôle ; le jeu des organes est faussé ; il ne reste plus qu'une fiction de commune : et alors pourquoi cette fiction ? La commune mixte est impuissante à assurer l'évolution de l'une et l'autre, ou de l'une à l'autre, de ces deux idées, qui sont tout son programme : l'administration politique des populations indigènes et la colonisation française.

La commune mixte ne répond donc point à son objet.

Faut-il la supprimer ? et si on la supprime, par quoi la remplacerait-on ?

Deux solutions seulement seraient logiquement possibles : ou le retour au régime militaire, ou le rattachement en bloc des territoires des communes mixtes aux communes de plein exercice. L'examen de ces deux solutions conduit à les rejeter l'une après l'autre. La commune mixte répond donc à une nécessité. Conséquence : il faut, non pas supprimer la commune mixte, mais la réformer.

La réforme que l'auteur apporte est toute simple : elle découle virtuellement de l'exposé même de la question. Qu'a-t-on pu constater au cours de cet exposé ? C'est que la commune mixte n'est pas *une commune*, mais qu'elle est *plusieurs communes*. Il faut donc séparer ces communes les unes des autres et rendre à chacune d'elles son individualité et son autonomie. Les centres européens dépendant des communes mixtes seront aussitôt érigés en communes de plein exercice, et les douars ou tribus deviendront autant de communes indigènes, avec une *djemâae* ou Conseil municipal, *élu*, et un maire indigène *élu également*, sous l'autorité et avec le concours immédiat de l'administrateur, qui n'administrera plus et qui prendra le titre et le rôle de commissaire civil.

Cette réforme aura pour effet d'en revenir, dans une certaine mesure, du mode d'administration directe, qu'on paraît regretter d'avoir appliqué en Algérie, à l'administration indirecte dont nous retirons de si bons résultats dans d'autres de nos colonies.

Elle soulèvera deux grandes objections : les indigènes sont-ils aptes à cette autonomie ? La disjonction des intérêts européens et indigènes, qu'on avait voulu associer dans la commune mixte, n'aura-t-elle pas pour effet de poser une barrière entre les deux races et de faire revivre le système du *royaume arabe ?* L'auteur réfute ces objections. La réforme en jeu a d'ailleurs une portée plus

haute que celle d'une simple mesure administrative : elle ne tend à rien de moins qu'à organiser la société indigène en vue de la préparer à notre civilisation et de l'amener à notre état social.

Le mot d'assimilation est pris communément dans deux acceptions différentes. Il y a l'assimilation qui consiste à considérer l'Algérie comme un prolongement de la France et à appliquer d'emblée aux indigènes nos lois et nos procédés : celle-ci est absurde et funeste. Puis il y a l'assimilation qui consiste, non plus à appliquer nos idées aux indigènes, mais à prendre les leurs et à les faire évoluer dans le sens des nôtres. Les indigènes sont-ils aptes à cette assimilation ? Les faits acquis, observés sur d'autres parties du globe et dans les races les plus diverses, nous commandent d'éviter à cet égard tout scepticisme. Il n'y a pas chez les indigènes algériens une inaptitude spécifique au progrès ; tout au contraire, ils présentent, quoi qu'on en ait dit, une très grande réceptivité à notre éducation. Quoi qu'il en soit et quelque opinion que l'on ait sur leur assimilabilité, il faut faire quelque chose pour les élever, sinon jusqu'à nous, au moins plus près de nous.

Il le faut. D'abord parce que nous le devons : nous le devons à la mission que la France a assumée par le fait de la conquête. Nous le devons ensuite parce qu'il y va de l'intérêt de notre domination. Nous ne pouvons continuer à vivre sur le même habitat, simplement superposés à la race indigène, sans adhérence, car cette race, loin de disparaître, accuse un cru régulier, et, dans ces conditions, une loi historique enseigne que c'est nous qui finirions par disparaître de cet habitat; soit par élimination, soit par absorption. Les progrès du panislamisme nous imposent une grande prudence dans le gouvernement des peuples de l'Afrique du Nord.

La France, en Algérie, sera fusionniste ou elle ne sera pas : fusionniste, au moins jusqu'au contact loyal, jusqu'à la communion dans un minimum d'idées communes ; fusionniste jusqu'à prendre dans la masse indigène des points d'appui et de pénétration, et jusqu'à solidariser pour cela quelques-uns de ses éléments avec les nôtres.

L'autonomie municipale des tribus pourrait être un premier pas, ou un pas de plus, dans cette voie. C'est à cette œuvre que la présente étude prétend apporter une parcelle de vérité et de justice.

M. LEBOIS

Directeur de l'Ecole pratique d'Industrie, à Saint-Etienne.

APPAREILS DE DÉMONSTRATION CONCERNANT LA PRODUCTION DES CHAMPS MAGNÉTIQUES ET LES PROPRIÉTÉS DES DIVERS GENRES D'EXCITATION DANS LES DYNAMOS. [537.6]

— Séance du 9 août 1897 —

M. C. Lebois communique des appareils de démonstration construits, d'après ses données, par les élèves de la section d'électricité industrielle de l'Ecole, pour les besoins de son enseignement.

A. APPAREILS CONCERNANT LA PRODUCTION DES CHAMPS MAGNÉTIQUES

1° *Planchette de bois* traversée par un gros et long fil conducteur rectiligne.

Expérience. — On fait passer un courant de 20 à 30 A dans ce fil, puis on répand sur la planchette de la limaille de fer qui détermine des lignes concentriques autour du fil (*fig. 1*).

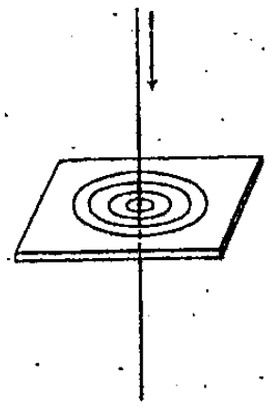


Fig. 1.

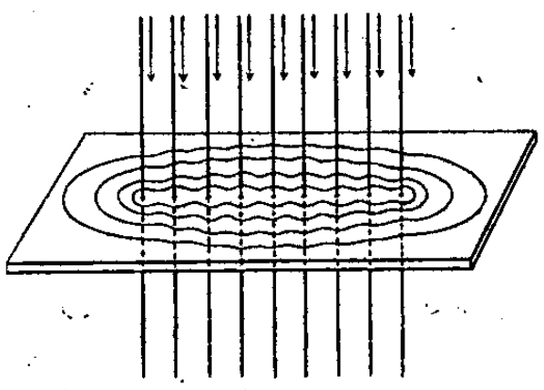


Fig. 2.

2° *Pareille planchette* traversée perpendiculairement par une série de fils parallèles éloignés de quelques millimètres les uns des autres.

Expérience. — Quand tous les fils sont parcourus par un courant de même sens, de haut en bas par exemple, la limaille dessine des

lignes continues et plus ou moins sinueuses autour de l'ensemble des conducteurs (*fig. 2*).

3° *Solénoïde droit* à spires éloignées les unes des autres de 2 m/m et traversant une planchette.

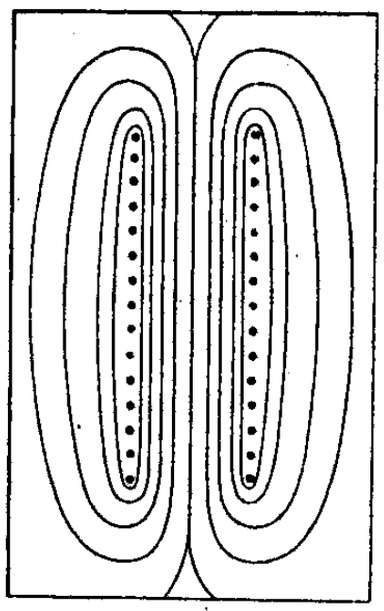


Fig. 3.

1re Expérience. — La limaille montre des lignes de force fermées mais très resserrées à l'intérieur ; on a le spectre magnétique d'un aimant droit complété par les lignes de force de l'intérieur de l'aimant.

2e Expérience. — On introduit une lame de fer à l'intérieur du solénoïde et sous la planchette. Le flux est considérablement augmenté, mais les lignes de force de l'intérieur cessent d'être visibles, elles pénètrent dans le fer meilleur conducteur que l'air.

Le spectre obtenu est celui d'un aimant droit ou d'un électro-aimant (*fig. 3*).

4° *Solénoïde circulaire fermé.* — Les spires disposées sur la planchette comme précédemment forment un tore (*fig. 4*).

1re Expérience. — Le même courant traverse toutes les spires. Les lignes de force existent seulement à l'intérieur ; elles ne sortent pas du solénoïde qui n'a ainsi aucune action magnétiqueà l'extérieur.

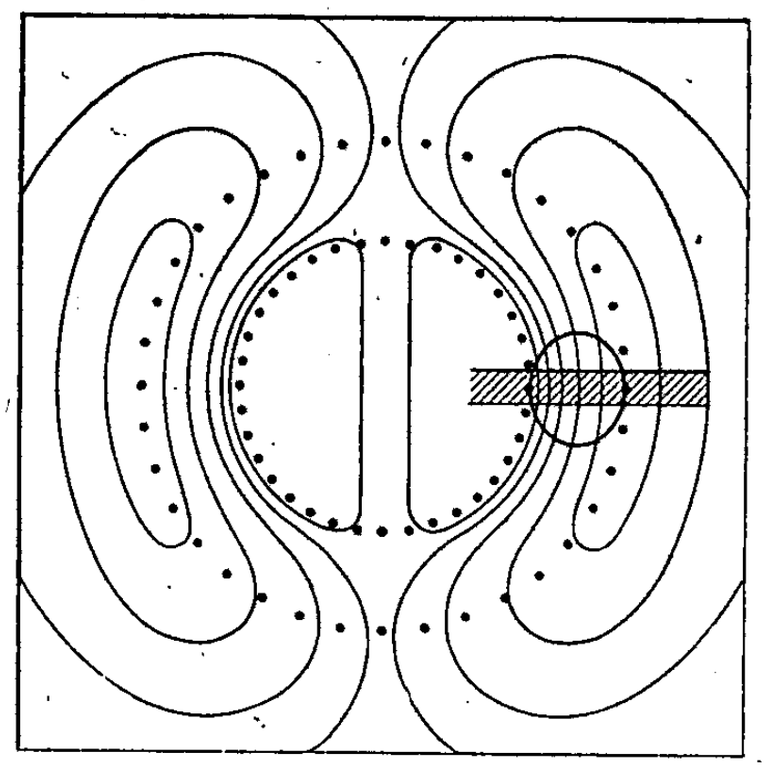


Fig. 4.

2e Expérience. — Le courant se bifurque et chaque portion circule en sens opposé dans une moitié du solénoïde.

On obtient de là deux solénoïdes réunis par leurs pôles de même nom, ce que montre la limaille qui dessine deux circuits magnétiques.

5° *Même solénoïde* avec un anneau de fer plat à l'intérieur et sous la planchette.

L'effet du fer est d'augmenter l'intensité du flux magnétique.

6° *Electromoteur disposé* de façon à rendre apparent le champ magnétique par la limaille de fer.

L'anneau et l'inducteur très aplatis sont dans une position horizontale. En les recouvrant d'un mince carton, on obtient des spectres avec la limaille.

1re Expérience. — Après avoir séparé l'induit de l'inducteur, on fait passer le courant dans le fil de l'inducteur seul. Champ qui en résulte.

2e Expérience. — On place l'induit entre les pôles de l'inducteur, puis on fait passer le courant dans l'inducteur seul. Champ qui en résulte.

3e Expérience. — Le courant circule dans l'induit seul que l'on a éloigné de l'inducteur.

4e Expérience. — Le courant circule dans l'induit seul que l'on a de nouveau disposé entre les pôles inducteurs.

5e Expérience. — Le courant circule à la fois dans l'inducteur et dans l'induit.

B. APPAREIL SERVANT A MONTRER LES PROPRIÉTÉS DES DIVERS ENROULEMENTS D'EXCITATION

Il consiste en une génératrice actionnée à une vitesse constante par un électromoteur. L'enroulement de l'inducteur est tel que, par l'effet d'un commutateur, on produit les trois excitations : en série, en dérivation, compound.

1re Expérience. — Excitation en série. La différence de potentiel aux bornes accusée par l'éclat de lampes à incandescence varie jusqu'à une certaine limite dans le même sens que le débit.

2e Expérience. — Excitation en dérivation. La différence de potentiel augmente quand le débit diminue, et inversement.

3e Expérience. — Excitation compound. La différence de potentiel reste approximativement constante.

4e Expérience. — Influence de l'entrefer. En éloignant la culasse des noyaux des électros, la différence de potentiel diminue rapidement.

5e Expérience. — Influence de la section des pièces métalliques magnétiques. En remplaçant la culasse de section voulue par une autre de section moindre, la différence de potentiel diminue.

M. le Dr FLEURY

Directeur du Bureau d'Hygiène de Saint-Etienne.

LABORATOIRE POUR LE DIAGNOSTIC DE LA DIPHTÉRIE DANS LA LOIRE

[614.512 (44.58)]

— Séance du 6 août 1897 —

La communication de M. le docteur Roux, de l'Institut Pasteur, au Congrès de Buda-Pest en 1894 sur le traitement de la diphtérie, posait des règles précises pour l'emploi du sérum curateur. Elle établissait qu'en principe le diagnostic bactériologique de la diphtérie devait toujours être fait, puisque c'était le seul moyen de connaître d'une manière certaine si le cas est justiciable du traitement par le sérum et d'être fixé sur les mesures de désinfection à prescrire.

De tous côtés on voulut mettre immédiatement à profit la nouvelle découverte et l'on étudia la création de laboratoires dans les principales villes de France pour fournir aux médecins l'examen micrographique demandé. La Municipalité de Saint-Etienne fut des premières à réaliser cette installation. Dès le mois de novembre 1894, les fonds nécessaires à l'aménagement d'un Laboratoire et à l'acquisition des objets nécessaires étaient votés. Au mois de janvier suivant, il était prêt à fonctionner; il forme une annexe du bureau municipal d'hygiène.

L'examen bactériologique peut être fait soit à l'aide de fausses membranes utilisées en frottis sur lamelles de verre, soit mieux encore, et c'est là le procédé de choix, au moyen de cultures résultant d'ensemencement sur sérum de bœuf ou de cheval coagulé.

Pour permettre aux médecins de faire sans retard les cultures nécessaires, la Ville a fait déposer dans chacun des sept commissariats ou postes de police des boîtes métalliques contenant trois tubes fermés; deux renferment du sérum coagulé destiné à l'ensemencement du bacille diphtéritique; le troisième est muni d'un fil spatule et de

coton ; le tout a été stérilisé. Ces nécessaires sont à toute heure du jour ou de la nuit à la disposition des médecins, sur demande verbale ou écrite.

Deux feuilles sont fixées à la boîte, l'une donne les renseignements utiles pour l'ensemencement et le prélèvement des membranes, l'autre est une feuille d'observations à remplir par le médecin et devant accompagner la boîte ; elle indique la date et l'heure de l'ensemencement ou du prélèvement et le diagnostic clinique.

Le tout est alors envoyé soit au Laboratoire, soit au Bureau d'hygiène. Après les heures de fermeture ou les jours fériés, le gardien du poste central des pompiers, rue du Treuil, 46, qui habite sous le même toit que le Laboratoire, est chargé de recevoir les envois et de les déposer dans l'étuve à incubation dès leur arrivée, soit le jour, soit la nuit.

L'examen bactériologique est pratiqué dans les 24 heures et transmis directement au médecin traitant.

Les examens sont gratuits. Deux médecins ayant les titres de directeur et de directeur-adjoint du Laboratoire en sont chargés.

Grâce à cette organisation, la culture ne subit aucun retard ; elle est mise en incubation à toute heure et dès son arrivée.

La préparation des sérums de culture et des milieux nutritifs divers est confiée à M. Chambovet, directeur du Laboratoire de chimie ; on emploie généralement le sérum de bœuf stérilisé par le chauffage discontinu ; on a utilisé aussi le sérum de bœuf ou celui de cheval filtrés avec la bougie Chamberland au lieu d'être chauffés ; ce dernier produit n'est pas le moins actif. Après la stérilisation, ils sont coagulés et essayés à l'étuve, soit au point de vue nutritif, soit au point de vue de l'absence de microbes, avant d'être déposés dans les boîtes. Les tubes des nécessaires sont changés tous les vingt jours.

En 1895, il a été pratiqué 89 examens de cultures ou produits divers.

En 1896 le nombre a été de 74.

La majeure partie des analyses réclamées visait le bacille Lœffler ; il y a eu, néanmoins, plusieurs recherches pour le bacille de la tuberculose (crachats, urines, etc.) et le gonocoque.

Il est à prévoir que dans quelques années des demandes nombreuses surgiront pour le diagnostic des maladies autres que la diphtérie et que le Laboratoire devra étendre son champ d'études ; des centres d'examen micographique devront se constituer de distance en distance pour répondre aux questions des praticiens. Il est impossible en effet que chaque médecin possède une installation complète pour recherches bactériologiques ; les frais seraient hors de proportion avec le

bénéfice pécuniaire à en retirer ; d'autre part, les manipulations, les connaissances spéciales et l'étude quotidienne des découvertes nouvelles exigeraient un temps dont peut rarement disposer le praticien ordinaire.

Quoi qu'il en soit de l'avenir, lorsque actuellement un médecin se trouve embarrassé à Saint-Etienne sur le diagnostic d'une angine ou d'une laryngite, il possède le moyen de se renseigner.

Si le cas est urgent, il ne faut pas hésiter, ainsi que le conseillent le docteur Roux et les médecins les plus éminents : Grancher, Sevestre, etc., à pratiquer une première injection de sérum antidiphtéritique ; le traitement est en effet d'autant plus efficace qu'il est institué plus tôt, et il ne faudrait pas, sous prétexte d'attendre le résultat du diagnostic bactériologique, retarder l'injection, surtout si le cas se présente comme grave.

On a signalé parfois des désaccords entre les symptômes cliniques et le résultat de l'examen bactériologique. Ils peuvent provenir de causes diverses ; il faut d'abord que l'ensemencement soit pratiqué convenablement ; les stries doivent être assez nombreuses, la surface du sérum sera un peu entamée, sans que, cependant, elle soit labourée profondément ou même bèchée; le sérum de culture ne doit pas être trop vieux, et le Laboratoire se rendra compte, par un essai préalable, qu'il cultive bien et rapidement. Les sérosités ou les débris seront prélevés au fond de la gorge sur les piliers, non seulement à la surface, mais autant que possible dans les parties profondes de l'exsudat; certaines membranes diphtéritiques ne contiennent parfois aucun bacille de Lœffler à la surface. Le mieux est de recueillir, si possible, une membrane et de l'envoyer avec la culture; sans compter l'examen direct, un nouvel ensemencement fait au Laboratoire même servira de contrôle.

Si malgré ces précautions, qui éviteront bien des désaccords, le diagnostic clinique ne concorde point avec un premier examen bactériologique, il y a lieu d'en réclamer un second, ainsi que le conseillent des médecins d'enfants comme Sevestre et Marfan. Le médecin traitant pourrait, en effet, se trouver très perplexe au sujet de l'administration du sérum antidiphtérique à dose élevée, s'il n'avait la certitude qu'il s'agit bien de la diphtérie. Lorsque la Ville de St-Etienne eut créé son Laboratoire, plusieurs médecins des environs eurent recours à ses offices, et le Conseil général de la Loire s'empressa d'accueillir les ouvertures de la Ville pour assurer au corps médical du département la faculté de faire pratiquer des analyses. Il accordait en même temps une subvention annuelle de mille francs.

Le dépôt chez tous les médecins ou dans toutes les communes de la Loire des tubes de sérum de culture n'étant point possible, en raison de la nécessité de les relever tous les vingt jours, il fallait se contenter de l'envoi de fausses membranes au Laboratoire qui pourra compléter l'examen immédiat par des cultures.

Il restait à se mettre en règle avec la circulaire de l'administration des Postes (décembre 1894, n° 453) indiquant dans quelles conditions peuvent se faire les expéditions de produits diphtéritiques. Une triple enveloppe était exigée ; le flacon ou le tube contenant la matière à examiner doit être lui-même placé dans une boîte métallique enfermée à son tour dans une boîte en bois parfaitement close ; enfin, l'indication du contenu doit figurer sur l'adresse d'une manière très apparente.

Pour permettre aux médecins d'avoir constamment à leur disposition des boîtes toutes prêtes, l'Administration préfectorale en a fait confectionner un certain nombre et elle en adressera, à titre de dépôt, à tous ceux qui en feront la demande.

Le tube de verre, muni d'une boulette de coton hydrophile, et qui doit recevoir la fausse membrane ou les produits suspects a été stérilisé au four Pasteur. Une feuille de renseignements à l'usage du médecin et une autre feuille d'observations destinée au Laboratoire sont annexées au nécessaire.

Dès la réception, le directeur du Laboratoire fait des cultures et pratique un examen direct des fausses membranes. Si le résultat immédiat n'est pas douteux, il télégraphie de suite au médecin traitant ; sinon, l'examen des cultures est expédié par la même voie dans les 24 heures.

Telle est, à l'heure actuelle, l'organisation du diagnostic bactériologique de la diphtérie dans la Loire ; la Ville de Saint-Etienne et le département mettent à la disposition des médecins toutes facilités pour établir un diagnostic ferme et instituer un traitement rationnel.

M. LABULLY

Vétérinaire à Saint-Etienne.

LA PROPHYLAXIE DE LA RAGE, A SAINT-ÉTIENNE

— Séance du 7 août 1897 —

A l'occasion du Congrès de Besançon, en 1893, — l'Association française pour l'avancement des sciences — en suite d'un don anonyme destiné à encourager les meilleurs travaux sur la répartition de la rage et les mesures prophylactiques en vigueur — mit au concours la question suivante :

« Etudier, d'après les documents locaux, la fréquence de la rage « et les mesures prophylactiques en vigueur dans un département « (la Seine exceptée) ou une région (deux ou trois départements) de la « France ou de l'Algérie. Les chiffres statistiques devront porter au « moins sur dix années et comprendre les résultats de 1892. »

Chargé de la direction du Service sanitaire et des Epizooties dans le département de la Loire, j'ai pu disposer de quelques documents qui m'ont permis de prendre part à ce concours.

Une Commission, composée de MM. Weber, vétérinaire à Paris, membre de l'Académie de médecine, président; Bertillon, chef du service de la statistique municipale; Drouineau, Teisserenc de Bort et Docteur Rochard, membre de l'Académie de médecine, chargée de faire un rapport sur les mémoires présentés, a bien voulu, dans les appréciations qu'elle a soumises à l'agrément du Congrès et après attribution des prix annoncés, me décerner une mention.

La communication que j'ai l'honneur de vous faire aujourd'hui, bien que n'apportant aucun fait nouveau à la thèse soutenue alors, en est la confirmation, savoir :

« Que la perception régulière des taxes établies sur les chiens, par « la loi du 2 mai 1855, et le fonctionnement régulier de la fourrière « des chiens errants (application des art. 51, 52 et 53 du décret du

« 22 juin 1882) influent, d'une manière directe, sur la diminution « des cas de rage et du nombre des personnes mordues. »

Le graphique mis sous vos yeux, comprenant une période de quatorze années (1883 à 1896), en donne la démonstration.

Une première échelle des hauteurs, celle de gauche, indique, par unité, le nombre des chiens enragés, des personnes mordues et de celles qui ont eu recours au traitement pasteurien ; l'échelle de droite montre, comptés par dizaine, les nombres de chiens soumis à la taxe.

Les courbes du début, soit : des années 1883 et 1884, n'ont pas de signification bien précise ; pour 1885, on note, avec une décroissance de chiens taxés, une augmentation des cas de rage.

De cette année 1885, date de la création de la fourrière municipale, on voit les courbes de la rage et des chiens taxés avoir des directions manifestement inverses.

A partir de l'année 1888, l'avènement d'une municipalité d'opinion et de conception différentes, rend la situation, de favorable qu'elle était, évidemment grave en 1892, époque où, malgré le fonctionnement régulier de la fourrière, nous devons noter, jusqu'en 1893, une diminution du nombre des chiens taxés à raison du peu de soins apportés à l'établissement du rôle.

Des mutations survenues dans le personnel du bureau de la Mairie, où s'exécutait ce travail, une disposition additionnelle insérée à l'arrêté du maire (25 juin 1895), prescrivant que les animaux capturés sur la voie publique, et conduits à la fourrière, ne seraient rendus qu'autant que leur inscription au rôle de M. le Receveur Municipal aurait été constatée, donnèrent les meilleurs résultats : de 4.775 chiens taxés en 1885, produisant une somme de 12.551 francs, on a pu, pour 1896, obtenir l'inscription de 6.074 chiens et un rendement de 15.740 francs. D'où une différence, en faveur de 1896, de 1.299 chiens inscrits et d'un excédent de 3.189 francs !

Les cas de rage qui, en 1892, s'élevaient à 42, sont tombés, successivement, à 18, 11, 5 et 2 pour l'année 1896. Le nombre des personnes mordues a subi également, pendant cette même période, une progression décroissante : de 14, il est arrivé à zéro !

Le graphique a été complété par l'indication des cas de rage, pour chaque mois des années comprises dans la période qui a fait l'objet de nos recherches.

Ces constatations valaient la peine d'être relevées ; elles donnent une idée nette des rapports étroits existant entre : le plus ou moins de soins apportés à la perception de la taxe, l'application des prescriptions sus-visées du décret du 22 juin 1882 et les manifestations

de la rage à l'égard desquelles il serait encore une fois démontré que les saisons n'ont aucune influence.

Mais cette situation meilleure ne se maintiendra qu'à la condition de compléter les mesures déjà prises et en obtenant, de l'Administration supérieure, qu'elle veuille obliger les municipalités à l'application plus stricte des lois, décrets et arrêtés sur la police sanitaire des animaux.

La mesure qui s'impose dès maintenant et dont l'adoption a donné les meilleurs résultats dans d'autres villes, particulièrement à Lyon, est l'obligation du port d'une médaille fixée au collier de chaque chien, indiquant, d'une manière non équivoque, que la taxe a été payée. Cette médaille, difficilement imitable et portant un numéro d'ordre, serait changée chaque année, et les chiens qui en seraient dépourvus devront être capturés et enfermés à la fourrière municipale, puis abattus s'ils ne sont réclamés dans les trois jours de leur séquestration.

Cette obligation est d'autant plus nécessaire que beaucoup de chiens, porteurs d'un collier réglementaire, c'est-à-dire pourvus d'une plaque de métal sur laquelle sont inscrits le nom et l'adresse de leur propriétaire, ne figurent pas au rôle et, par conséquent, ne sont soumis à aucune taxe.

Il est essentiel, d'autre part, que l'Administration supérieure se préoccupe davantage de la situation dans les campagnes, où presque tous les chiens circulent sans être pourvus d'un collier !

Ce laissez-faire, dont les conséquences fâcheuses se font sentir à Saint-Etienne, pour cette année 1897 et qui annihile les efforts dépensés par les municipalités plus soucieuses de la sécurité, de la fortune et de la santé de leurs administrés, tient beaucoup, — il faut bien le dire — à notre tempérament, à des traditions avec lesquelles nous devrions enfin rompre et qui ont permis que ce paradoxe ait cours dans notre pays : « Les lois sont faites pour être violées. »

Sans doute, vous reconnaîtrez utile de réagir contre ces tendances, en émettant ce vœu :

« La section d'hygiène de la XXVI^e^ session du Congrès pour
« l'avancement des sciences appelle l'attention des Pouvoirs publics
« sur la nécessité de veiller à l'application des lois, décrets et arrêtés
« sur la police sanitaire des animaux. »

M. le Dr H. BORDIER

Chef des travaux pratiques de Physique biologique, à la Faculté de médecine de Lyon.

DE LA PERMÉABILITÉ GAZEUSE DES ÉTOFFES EMPLOYÉES POUR LES UNIFORMES MILITAIRES FRANÇAIS

[613.48]

— *Séance du 7 août 1897* —

L'importance de la perméabilité gazeuse des étoffes dans le rôle hygiénique des vêtements est considérable. Il est indispensable que nos vêtements puissent être le siège d'une circulation gazeuse permettant l'évaporation de la sueur qui se trouve toujours à la surface de notre corps. S'il n'en était pas ainsi, nous éprouverions un malaise général provenant de l'impossibilité de la régulation thermique.

Tout le monde sait en effet combien les vêtements en caoutchouc sont vite insupportables par suite de l'immobilisation de l'air compris entre le tissu caoutchouté et la peau.

L'air que retiennent les étoffes dans leurs mailles sert en outre, à cause de sa mauvaise conductibilité calorifique, à empêcher les déperditions trop brusques de chaleur, lorsque nous avons chaud ; il sert aussi à rendre plus faibles les pertes de calorique par les saisons froides.

Lorsque les vêtements sont mouillés, l'aération du corps se fait mal et la déperdition de chaleur a lieu plus rapidement.

Cette question de la perméabilité des tissus vestimentaires, appelée aussi, mais improprement selon nous, porosité des étoffes, a été étudiée à différentes reprises par plusieurs expérimentateurs. C'est surtout à Pettenkofer que sont dues les recherches les plus complètes sur la mesure de la perméabilité gazeuse des étoffes. Il employait pour cela des tubes de verre de même section (1 centim. carré) ; à l'une des extrémités, il fixait les étoffes, puis reliait l'autre extrémité à un gazomètre. Il mesurait les quantités d'air chassé par le gazomètre et traversant le tissu pendant un temps déterminé. Il opérait ainsi en 1865, lorsqu'il publia dans le *Zeitschrift für Biologie* son mémoire sur la *fonction des habits*,

Voici quelques-uns des résultats de ses expériences.

En une minute et à la pression de 4 centim. d'eau une surface de 28 millim. carrés laisse passer :

Toile.....	6l 030 d'air.	Soie.....	4l 140 d'air.
Flanelle.....	10l 410 d'air.	Gants glacés....	0l 150 d'air.

Pettenkofer remarqua aussi que les étoffes mouillées séchaient d'autant plus vite et produisaient un froid d'autant plus grand qu'elles renfermaient moins d'air entre leurs mailles. On se refroidit dans les vêtements en coutil mouillés, tandis que dans les vêtements de laine, l'évaporation se faisant lentement, on n'éprouve pas la sensation d'un brusque abaissement de température.

Depuis Pettenkofer plusieurs auteurs ont repris cette étude surtout au point de vue de l'hygiène militaire. Les troupes sont quelquefois obligées de garder des vêtements mouillés : d'où les refroidissements brusques souvent constatés et la suppression des fonctions de la peau, causes les plus fréquentes des maladies du soldat.

Aussi, dès 1838, Metzig demandait-il qu'on trouvât le moyen d'imperméabiliser pour l'eau les vêtements du soldat tout en les laissant perméables à l'air.

Klas Linroth étudia en 1881 la question au point de vue théorique et rechercha comment l'eau était retenue dans les tissus vestimentaires.

En 1888, Schuster insista sur l'influence qu'a l'air retenu dans les mailles des étoffes sur la conductibilité calorifique de celles-ci.

Un travail important dû à un médecin militaire allemand, Hiller, parut également en 1888 ; dans ce mémoire, Hiller étudie surtout les perméabilités comparatives des étoffes sèches et mouillées. L'appareil dont s'est servi cet auteur est celui employé par Pettenkofer en 1865. L'air provenant du gazomètre était à une pression de 2 cm 8 d'eau. Il montra par des chiffres précis que les étoffes mouillées étaient beaucoup moins perméables à l'air que les étoffes sèches. Voici quelques-uns de ses résultats :

En une seconde, 1 mètre carré de drap laisse passer :

	SEC	MOUILLÉ
	litres	litres
Manteau vert.....	54,3	14,9
Pantalon rouge.....	58,6	9,2
Manteau de troupe.....	54,3	4,6

Les nombres de Hiller furent critiqués par le docteur Lorenz, en 1890 ; il trouva que cet expérimentateur avait opéré sous une pression trop forte.

Nous avons à notre tour repris l'étude de cette importante question et nous avons cherché à déterminer la perméabilité gazeuse des draps de troupe de l'infanterie française.

Ces recherches ont été faites avec la collaboration de M. Kolb, étudiant en médecine, élève de l'Ecole de santé militaire de Lyon, qui se propose de prendre comme sujet de sa thèse inaugurale cette intéressante étude. Nous sommes heureux de reconnaître le soin avec lequel il a fait la plupart des déterminations contenues dans ce travail.

Le dispositif que nous avons employé diffère de celui dont se sont servis les auteurs précédents. Il se compose essentiellement d'un flacon de Mariotte : l'air, au lieu d'être chassé à travers l'étoffe, comme dans le procédé de Pettenkofer, se trouve aspiré sous une pression égale à une colonne d'eau de 3 millimètres de hauteur seulement : cette pression a été choisie faible de manière à se rapprocher autant que possible des conditions dans lesquelles la circulation de l'air se fait à travers les vêtements.

L'étoffe à étudier est fixée au tube d'arrivée de l'air dont le diamètre intérieur est de 11,5 millimètres. Toutes les précautions nécessaires ont été prises pour que l'air ne puisse arriver qu'après avoir traversé une surface d'étoffe égale à la surface du cercle intérieur du tube de verre.

Comme nous nous en sommes assuré par des expériences préalables, il est très important que l'air aspiré ne puisse passer entre les parois extérieures du tube et l'étoffe appliquée à son extrémité. La meilleure solution à donner à ce côté expérimental consiste à appliquer le tissu sur le tube, à le fixer provisoirement avec un lien de caoutchouc, puis à couper tout autour du lien l'étoffe en excès. On obtient ainsi une rondelle que l'on continue à fixer en la serrant avec une lanière en caoutchouc contre les parois du tube ; on fait dépasser l'étoffe à la lanière d'une certaine quantité et l'on a une fermeture absolument hermétique tout autour des bords de l'étoffe rabattus sur le tube. De cette façon, l'air ne peut entrer que par la partie plane du drap fermant l'orifice du tube de verre. Pour connaître le degré de perméabilité gazeuse d'un tissu, il suffit de mesurer le temps que met une quantité donnée d'air (évaluée par le volume d'eau sortie du flacon de Mariotte) pour traverser ce tissu. Nous avons pris pour nos expériences un volume d'air égal à deux litres.

Il importe de remarquer que, grâce à l'emploi d'un flacon de Mariotte, la vitesse d'écoulement de l'eau est constante et que par suite la rentrée de l'air à travers l'étoffe à étudier se fait toujours avec la même pression et la même régularité.

Notre méthode expérimentale se rapproche un peu de celle qu'avait utilisée Pettenkofer : le docteur Pommay qui cite cette méthode la décrit ainsi : « Pettenkofer mesure la perméabilité d'un tissu à l'air en fixant solidement sur l'orifice *très large* d'un récipient rempli d'eau un morceau du tissu en expérience; un robinet ouvert à la partie inférieure du récipient laisse l'eau s'écouler avec une rapidité d'autant plus grande que l'air pénètre plus facilement dans le flacon par les pores du tissu qui en ferme l'ouverture. Les chiffres indiquent le nombre de litres d'air qu'un mètre carré laisse passer à travers ses mailles en une seconde, sous une pression de deux à quatre centimètres d'eau. » (Pommay, *Revue d'hygiène* 1891.)

Ce procédé est incapable de donner des résultats exacts, ainsi que nous nous en sommes assuré au début de nos recherches.

Si l'on prend, comme l'avait fait l'auteur allemand, une surface d'étoffe supérieure à la section du tube d'écoulement de l'eau, on constate que, lorsque les étoffes sont peu perméables, les résultats sont assez rationnels ; mais pour des tissus dont la perméabilité gazeuse atteint une certaine valeur, on n'observe plus de différence dans le temps d'écoulement de l'eau : ce temps est le même quand l'air passe à travers le drap ou quand il entre directement dans le tube sans interposition du drap à l'orifice.

Le tableau suivant donne quelques résultats observés :

ÉTOFFES	DIAMÈTRES DU TUBE D'ENTRÉE DE L'AIR		
	$11^{mm},5$	$21^{mm},5$	44^{mm}
	secondes	secondes	secondes
Aucune	27	27	27
Drap gris capote	51	27	27
Drap de tunique de soldat	59	35	27
Drap de tunique officier	93	43	27

Ainsi, lorsque la surface du drap à travers lequel passe l'air est trop grande par rapport à la section de l'ajutage par lequel se fait la sortie

de l'eau, le remplacement de l'eau écoulée par l'air a lieu sans que la perméabilité de l'étoffe intervienne.

Malgré l'imperfection de cette méthode de Pettenkofer, ses résultats sont cependant restés classiques pendant de longues années.

Pour éviter les causes d'erreur que nous venons de signaler, nous avons pris, pour nos recherches, le tube d'arrivée de l'air d'un diamètre égal à celui de l'ajutage par où s'écoulait l'eau (11,5 millimèt.)

Une première série d'expériences a été faite avec les draps secs ou plutôt présentant le même état hygrométrique que l'air ambiant dont le degré d'humidité mesuré avant chaque expérience avec l'hygromètre d'Alluard, variait de 0,48 à 0,55.

Une seconde série a été faite avec les draps exposés pendant 24 heures, dans une chambre humide à 26-30°, de façon à placer les différents tissus dans les mêmes conditions que celles où ils se trouvent lorsqu'ils servent de vêtements à un homme en transpiration.

Les expérimentateurs qui nous ont précédé ont exprimé leurs résultats par des chiffres bruts représentant le nombre de litres d'air pouvant traverser une surface donnée d'étoffe. Ces nombres varient d'un auteur à un autre et donnent une faible idée de la perméabilité des différents tissus vestimentaires. Nous avons cru préférable d'adopter une autre méthode plus apte à traduire les résultats expérimentaux et à exprimer cette même perméabilité. Nous appelons *coefficient de perméabilité gazeuse* d'une étoffe le rapport qui existe entre le volume d'air V_e qui passe par le tube d'aspiration en traversant l'étoffe et le volume V_a qui passe par le même tube ouvert, aucune étoffe n'étant interposée.

Les volumes V_e et V_a sont mesurés sous la même pression qu'il est facile de connaître et de maintenir constante par l'emploi du flacon de Mariotte.

Nous pouvons donc écrire

$$K = \frac{V_e}{V_a}$$

La valeur maxima du coefficient K correspond évidemment au cas où l'on a $V_e = V_a$.

Il faut remarquer qu'en employant ce rapport pour caractériser la perméabilité d'une étoffe, la pression sous laquelle se fait la circulation de l'air n'intervient plus. Qu'elle augmente ou qu'elle diminue, comme elle est la même dans la mesure de V_e et de V_a, elle ne fait point changer la valeur de $\frac{V_e}{V_a}$.

Pour faire la mesure du volume d'air ayant traversé chaque étoffe en une seconde, nous avons, au lieu de mesurer le volume correspondant à un temps donné toujours le même, trouvé préférable *de chercher, pour chaque drap, le temps correspondant au passage d'un volume donné d'air toujours le même.*

La sensibilité de ce dernier procédé est plus grande que celle du premier et les résultats obtenus sont plus précis, ainsi que nous l'avons constaté.

Connaissant le temps t nécessaire à l'aspiration d'un volume déterminé d'air (2 litres) à travers une étoffe, et le temps t' que met ce même volume d'air à être aspiré dans le tube sans l'interposition d'aucune étoffe, on a

$$V_e = \frac{2}{t}$$

et

$$\left[V_a = \frac{2}{t'} \right.$$

Par suite, le coefficient K a pour valeur

$$K = \frac{V_e}{V_a} = \frac{\frac{2}{t}}{\frac{2}{t'}} = \frac{2}{t} \times \frac{t'}{2} \quad \left[\text{ou} \left[K = \frac{t'}{t} \right. \right.$$

Il suffit donc de diviser le temps t' (constant pour un même orifice d'aspiration) par les temps t variables avec chaque étoffe vestimentaire.

I. — Les résultats obtenus, lorsque les étoffes sont au même état hygrométrique que l'air ambiant, sont résumés dans le tableau suivant (n'ayant pu nous procurer jusqu'à présent que les étoffes employées pour les uniformes de l'infanterie, nous ne donnons que les résultats se rapportant à cette arme; mais nous espérons être bientôt en possession des vêtements de toutes les catégories de l'armée française) :

NOMS DES ÉTOFFES		ÉPAISSEUR	TEMPS NÉCESSAIRE à l'aspiration de 2 litres d'air	$\frac{Ve}{Va}$
		mm	secondes	
Aucune		»	27	1
Pantalon	Drap garance (soldat)	2	50	0 540
	Id. (adjudant)	1 8	70	0 385
	Drap ordinaire (officier)	2	109	0 248
	Id. satin (officier)	1 5	110	0 246
Tunique.	Drap bleu foncé (soldat)	2	59	0 458
	Id. (officier)	1 5	93	0 289
Capote, drap gris bleuté		2	51	0 532
Culotte de cheval, tricotine rouge		3 5	41	0 658

L'examen de ce tableau montre tout d'abord que les draps qui servent aux vêtements d'officiers, aussi bien le pantalon que la tunique, ont un coefficient de perméabilité bien plus faible que celui des mêmes étoffes destinées à l'uniforme de simple soldat : ainsi, pour le drap garance, le coefficient est 0.248 (officier) et 0,540 (soldat). Le pantalon de simple soldat est donc plus de 2 fois plus perméable à l'air que le pantalon d'officier. La perméabilité du drap de pantalon de sous-officier est intermédiaire entre les deux précédentes.

La conséquence qui se dégage de ces résultats, et à laquelle on ne pouvait s'attendre *a priori*, c'est que, à mesure qu'un homme s'élève dans la hiérarchie militaire, ses vêtements sont de moins en moins perméables, de moins en moins hygiéniques. Si l'on se reporte, en effet, à ce que nous avons dit au début de ce travail relativement au rôle de la perméabilité des étoffes dans l'hygiène des vêtements, on voit que si, toutes choses égales d'ailleurs, l'on compare la situation hygiénique vestimentaire de l'officier à celle du soldat, on arrive à ce résultat : c'est l'officier qui aura plus froid l'hiver, puisque la couche d'air, mauvaise conductrice enfermée dans les mailles des draps qui le recouvrent, est plus faible (épaisseur des étoffes) et c'est aussi lui qui aura plus chaud l'été, puisque la circulation gazeuse, nécessaire à l'évaporation de la sueur, se fait beaucoup moins activement à travers ses vêtements qu'à travers ceux du simple troupier.

Il n'y a qu'une étoffe d'officier qui remplisse d'excellentes conditions au point de vue qui nous occupe, c'est la tricotine rouge avec laquelle

on façonne depuis quelque temps des culottes de cheval : son épaisseur est de 3,5 millimètres et son coefficient de perméabilité (0,658) est supérieur à ceux de tous les autres draps.

Maintenant, si on rapproche le drap gris bleuté pour capote du drap garance de soldat, on remarque que les perméabilités sont à peu près identiques, 0,532 et 0,540 ; le drap de tunique est un peu moins perméable (0,458), mais il l'est encore bien plus que celui de tunique d'officier (0,289).

II. — Les vêtements recouvrant une surface qui est fréquemment, surtout chez les militaires, le siège d'une transpiration plus ou moins abondante, nous devions nous demander ce que devient la perméabilité d'une étoffe lorsque les conditions hygrométriques varient, et, en particulier, lorsque cette étoffe est placée dans *un milieu saturé d'humidité.*

Il est, en effet, important de savoir si la circulation d'air indispensable à l'évaporation de la sueur n'est pas entravée par la vapeur d'eau provenant de la transpiration et plaçant les draps dans des conditions identiques à celles où ils se trouveraient s'ils étaient exposés dans un air possédant un état hygrométrique voisin de 1.

Les auteurs, français où allemands, qui se sont intéressés à cette question, n'ont examiné que le cas où l'étoffe est *mouillée,* c'est-à-dire où, après avoir été immergée dans l'eau, elle retient dans ses mailles une certaine proportion d'eau liquide ; ce ne sont point là les conditions où les vêtements des militaires se trouvent le plus habituellement placés : la sueur n'est jamais excrétée en assez grande abondance pour parvenir à mouiller les vêtements. Il n'y a que dans les cas, relativement rares, où le militaire est exposé à la pluie, qu'il y a imbibition des draps de son uniforme.

C'est donc l'étude de la perméabilité des vêtements placés dans des circonstances telles que l'état hygrométrique de l'air est voisin de 1 qui est plus intéressante que celle relative au cas où ces mêmes vêtements sont mouillés.

Comme nous l'avons indiqué précédemment, nous avons placé les échantillons de nos différents draps dans une chambre humide où ils étaient juxtaposés sur une toile métallique. Ces étoffes sont ainsi restées dans un milieu saturé d'humidité pendant 24 heures à la température de 26-30°, qui est la température moyenne approximative de notre revêtement cutané. Nous avons reconnu qu'après ce temps d'exposition, la saturation est complète, car le coefficient de perméabilité ne change pas si on augmente la durée du séjour dans la chambre humide.

Chaque étoffe, sortant de la chambre humide, était fixée rapidement au tube d'aspiration du flacon de Mariotte et l'expérience était faite immédiatement après.

Voici les nombres trouvés pour les mêmes étoffes que précédemment :

NOMS DES ÉTOFFES		TEMPS NÉCESSAIRE à l'aspiration de 2 litres d'air	$\frac{Ve}{Va}$
		secondes	
	Aucune	27	1
Pantalon	Drap garance (soldat)	76	0 355
	Id. (adjudant)	99	0 273
	Drap ordinaire (officier)	144	0 178
	Id. satin (officier)	156	0 164
Tunique	Drap bleu foncé (soldat)	70	0 383
	Id. noir (officier)	128	0 221
Capote, drap gris bleuté		62	0 441
Culotte de cheval, tricotine rouge		57	0 474

On voit que pour tous les draps la perméabilité est très diminuée : si l'on met en regard les coefficients des 3 étoffes de soldat que l'on peut appeler *fondamentales*, lorsque ces étoffes sont prises à l'état sec et à l'état humide, le coefficient de perméabilité a les valeurs suivantes :

	SEC	HUMIDE
Pantalon, drap garance	0 540	0 355
Capote, drap gris bleuté	0 532	0 441
Tunique, drap bleu foncé	0 458	0 383

Pour les draps d'officier, le coefficient de perméabilité est également diminué : ainsi pour le pantalon ordinaire la perméabilité devient 0,178 au lieu de 0,248 à l'état sec ; pour le drap de tunique 0,221 au lieu de 0,289.

Mais quoique le séjour près d'une surface recouverte d'eau ou de sueur, amène une diminution marquée de la porosité, on voit que les étoffes pour simples soldats restent encore plus perméables après

leur saturation hygrométrique que les mêmes étoffes sèches d'officiers.

Une autre remarque qui se dégage de ces résultats, c'est que la perméabilité est relativement moins diminuée, par l'exposition dans un milieu saturé de vapeur d'eau, pour les étoffes de soldat que pour celles d'officier. Si l'on fait la moyenne des coefficients K et K' correspondant aux étoffes sèches, d'une part, et aux étoffes humides d'autre part, on a le tableau

	K	K'
Officier	0 268	0 133
Soldat	0 510	0 398

En faisant le rapport $\frac{K'}{K}$ des coefficients se rapportant respectivement aux étoffes humides et sèches, on obtient les valeurs

$$\text{Officier. } \frac{K'}{K} = \frac{0{,}133}{0{,}268} = \frac{1}{2}$$

$$\text{Soldat.. } \frac{K'}{K} = \frac{0{,}393}{0{,}510} = \frac{3}{4}$$

Ce qui veut dire que si la perméabilité des vêtements de soldat est 100 à l'état sec, elle devient 75 à l'état humide; tandis que dans les mêmes circonstances la perméabilité des vêtements d'officier passe de la valeur 100 à la valeur 50 : la diminution est donc de 1/4 seulement pour les draps de soldat et de 1/2 pour les draps d'officier.

Ainsi donc les désavantages présentés par les vêtements d'officier dans les conditions hygrométriques habituelles deviennent encore plus marqués lorsque la sueur recouvre la surface du corps.

Il y a peut-être des expériences que nous venons de rapporter une conséquence pratique à tirer au point de vue de la fabrication des draps d'officier qui devraient offrir les mêmes avantages de perméabilité que ceux du simple soldat.

M. le Dr LAYRAL

A Saint-Etienne.

A PROPOS DE L'INTOXICATION SATURNINE

[615.928]

— *Séance du 12 août 1897* —

J'ai l'honneur de vous soumettre trois cas d'intoxication saturnine que j'ai eu l'occasion d'observer récemment ; les deux premières observations ont fait l'objet d'une publication dans la *Loire Médicale* du 15 mars 1897, sous la rubrique suivante : *Le spasme du pylore dans l'intoxication saturnine*. Si je vous les soumets aujourd'hui, c'est que ces trois cas m'ont paru prêter à d'intéressantes considérations hygiéniques. Voici les faits :

Observ. I. — Le 27 août 1896, j'étais appelé au village de Lorette (Loire), auprès de M. S..., riche cultivateur, âgé de 36 ans, malade depuis près de deux mois. Dès le début de sa maladie il avait eu des coliques sourdes, accompagnées de vomissements d'abord espacés, puis de plus en plus fréquents ; au moment où je le vis pour la première fois, il était dans un état de maigreur extrême, les vomissements étaient incessants, l'intolérance gastrique absolue ; le malade accusait, en outre, un dégoût très vif pour la viande et les aliments gras, il souffrait d'une constipation opiniâtre, le ventre était déprimé, et la paroi abdominale fortement rétractée et comme appliquée contre la colonne vertébrale. A l'épigastre on ne sentait pas de tumeur, mais une vague rénitence, la palpation à ce niveau était très douloureuse ; mais ce qui attirait surtout l'attention, c'était l'état d'amaigrissement du malade qui semblait parvenu au dernier degré de la cachexie et qui présentait, avec un léger subictère des conjonctives, la teinte jaune paille des cancéreux. Peau sèche et plissée, pas d'œdème cachectique des membres inférieurs, pas d'adénopathie à distance.

J'appris alors que le malade avait été vu par tous les médecins de la région, au nombre de 6, qui tous, avec une remarquable unanimité, avaient porté le diagnostic de *cancer de l'estomac* et voué le malade à une mort prochaine ; de plus, le matin même du jour où je voyais mon malade pour la première fois il avait été examiné par un médecin lyonnais, ancien interne des hôpitaux, chef de Clinique à la Faculté, qui lui aussi avait porté le diagnostic de cancer du pylore.

Je me ralliai moi-même au diagnostic des 7 confrères qui m'avaient précédé et portai un pronostic dés plus sombres.

Le lendemain je revis mon malade en consultation avec le précédent confrère lyonnais, chef de Clinique à la Faculté, accompagné d'un chirurgien des hôpitaux de Lyon. Le malade fut examiné avec le plus grand soin par chacun de nous, et notre conclusion fut la suivante : en raison d'une cachexie aussi profonde et malgré l'âge relativement jeune du malade, il ne pouvait être question que d'un cancer de l'estomac à marche rapide.

Le chirurgien lyonnais proposa une gastro-entéro-anastomose qui devait être pratiquée à bref délai.

Sur ces entrefaites, et avant de se résoudre à une opération dont nous n'avions pas dissimulé la gravité, l'entourage du malade eut la bienheureuse inspiration de faire appeler mon excellent confrère et ami le docteur Laurençon (de Saint-Chamond) ancien interne des hôpitaux de Lyon. Ce dernier fut mis au courant de la situation, on ne lui cacha pas que le malade avait été vu par 9 médecins ; on savait bien qu'il n'y avait plus qu'une opération à tenter pour prolonger les jours du malade, et on ne le faisait appeler que pour satisfaire un caprice de moribond. Le docteur Laurençon (et c'est de lui-même que nous tenons ces détails) fut tout d'abord frappé de l'état cachectique du malade et sa première impression fut qu'il s'agissait bien d'un cancéreux arrivé à la dernière période de son mal ; mais il se dit que s'il s'agissait d'un cancer, la tumeur aurait atteint, pour avoir mis le malade dans un tel état de cachexie, un volume assez considérable pour être perçue à la palpation ; il eut l'idée alors d'explorer le rectum ; le toucher rectal était très douloureux, et ce qui frappa notre confrère ce fut la difficulté qu'il éprouva à introduire son doigt dans le sphincter fortement contracté. Se rappelant alors que c'était l'un des signes de l'intoxication saturnine, il eut son attention dirigée de ce côté, examina les gencives du malade, et découvrit ce qu'aucun de nous n'avait su voir avant lui, un liseré de Burton très net. Il fit alors une enquête pour découvrir les causes de cette intoxication, enquête qui, disons-le tout de suite, ne lui donna aucun résultat certain. Il demanda au malade quel était son genre d'alimentation, s'il ne s'occupait à autre chose qu'à ses travaux des champs, s'il ne lui arrivait pas de manier du plomb, et quels remèdes ou quelles boissons il avait absorbés avant ou depuis sa maladie ; rien ne put le renseigner sur la cause de cette intoxication qui était cependant bien évidente, puisque le docteur Laurençon constata, en outre, que la femme de M. S.. avait depuis quelque temps des coliques sourdes et présentait un liseré gingival très net, de même qu'un petit berger de la maison. Quelques mois auparavant on avait changé un raccord en plomb à une pompe fournissant l'eau d'alimentation, mais l'eau examinée par un pharmacien de Saint-Chamond ne donna pas la moindre trace de plomb.

Le malade soumis au traitement classique de l'intoxication saturnine guérit très rapidement.

Je dois à l'obligeance de M. le Dr Roussel, médecin de l'Hôtel-Dieu de Saint-Etienne, l'observation d'un malade que j'ai eu maintes fois l'occasion d'examiner dans son service.

Observ. II. — Il s'agit d'un *menuisier* âgé de 52 ans qui avait fait un séjour de près de 8 mois dans un autre service de l'Hôtel-Dieu où le diagnostic porté avait été le suivant : *Spasme du pylore, dilatation secondaire de l'estomac.*

Il était à ce point cachectisé que l'interne du service portait, le soir même de l'entrée du malade dans la salle Saint-André, le diagnostic de cancer de l'estomac. Ce diagnostic fut modifié dès le lendemain matin par le chef de service, M. le docteur Roussel, qui découvrit le liseré de Burton et les autres signes de l'intoxication saturnine. Le malade fut rapidement amélioré et sortit de l'hôpital complètement guéri.

Il fut impossible à notre maître, le Dr Roussel, de déterminer les causes de cette intoxication, le malade, célibataire, changeant très souvent de pension.

Observ. III. — Enfin, nous avons vu, tout récemment, un employé du P.-L.-M. qui fut pris brusquement, et sans cause appréciable, de coliques de plomb atroces. Ce malade fut soigné par notre excellent confrère M. le docteur Fleury, directeur du bureau d'hygiène de Saint-Etienne, qui, malgré sa haute compétence en ces matières, ne put arriver à déterminer la cause de l'intoxication. Nous fîmes, nous-mêmes, avec l'aide de M. Ducher, pharmacien en chef de l'Hôtel-Dieu de Saint-Etienne et de M. le docteur Roussel, appelé en consultation, une enquête très minutieuse qui ne nous donna aucun résultat.

*
* *

Je ne m'étendrai pas sur le diagnostic différentiel du cancer de l'estomac et de l'intoxication par le plomb. Bien que cette question soit laissée dans l'ombre par tous les auteurs, il est évident que ce diagnostic est en général très simple, cette dernière affection se présentant avec des signes tellement caractéristiques, le liseré de Burton entre autres, qu'elle ne peut longtemps passer inaperçue à un observateur attentif ; le difficile c'est d'y songer. On a dit, et répété dans tous les traités classiques, que l'intoxication saturnine n'est pas seulement une intoxication professionnelle ; tout le monde sait que le plomb nous entoure de toutes parts, et il est inutile d'énumérer ici les nombreuses causes qui, sous les aspects les plus variés, peuvent, en dehors des professions, provoquer l'intoxication saturnine.

Néanmoins, combien de médecins se laissent-ils guider seulement par la profession du malade ! Il est incontestable que, dans notre premier cas, s'il avait eu affaire à un plâtrier, à un peintre, ou à tout autre abonné du saturnisme, et non à un cultivateur, le premier médecin appelé eût songé aux effets de plomb et porté le diagnostic

d'intoxication saturnine. Et de même pour le second malade : c'est parce qu'il était menuisier, et que cette profession ne figure pas sur la liste des saturnins, que la véritable cause de la sténose pylorique n'a pas été nettement déterminée. D'une façon générale, on ne songe au saturnisme que si l'on se trouve en présence d'un malade exposé par ses occupations journalières aux méfaits du plomb. Il était bon de rappeler une fois de plus que l'intoxication aiguë ou chronique par le plomb est puissamment favorisée par les nombreuses applications industrielles de ce métal, et que, par conséquent, les accidents du saturnisme peuvent se rencontrer fréquemment dans toutes les classes de la Société, et non pas seulement chez une certaine catégorie d'artisans. Faute d'y songer, le médecin est exposé à de graves erreurs de diagnostic ; les exemples que nous venons de citer n'ont, d'ailleurs, pas d'autre objet que d'attirer à nouveau l'attention sur des faits depuis longtemps connus, et de montrer qu'il est bon, pour parodier un mot célèbre, d'y songer toujours et d'en parler quelquefois.

M. H. de MONTRICHER

Ingénieur civil des Mines, à Marseille.

ASSAINISSEMENT DE LA VILLE D'AVIGNON [628.2]

Système séparé, avec élimination des excédents d'eaux pluviales par les collecteurs des eaux vannes.

— Séance du 12 août 1897 —

Le système de la surverse (1) est une application du « tout à l'égout » avec utilisation des anciens ouvrages : égouts, aqueducs divers, cours d'eau naturels canalisés ou recouverts, pour l'évacuation des eaux pluviales excédant une hauteur déterminée de chute horaire.

(1) Congrès de Bordeaux, p. 1037-1044.

Des canalisations consistant en tuyaux ou cunettes demi-circulaires reçoivent directement toutes les eaux et matières, quels que soient leur provenance, leur origine et leur volume, et sont calculées de manière à écouler les « eaux normales » (vidanges, nettoiement et premières pluies), les eaux en excédent étant déversées dans les anciens égouts ou aqueducs.

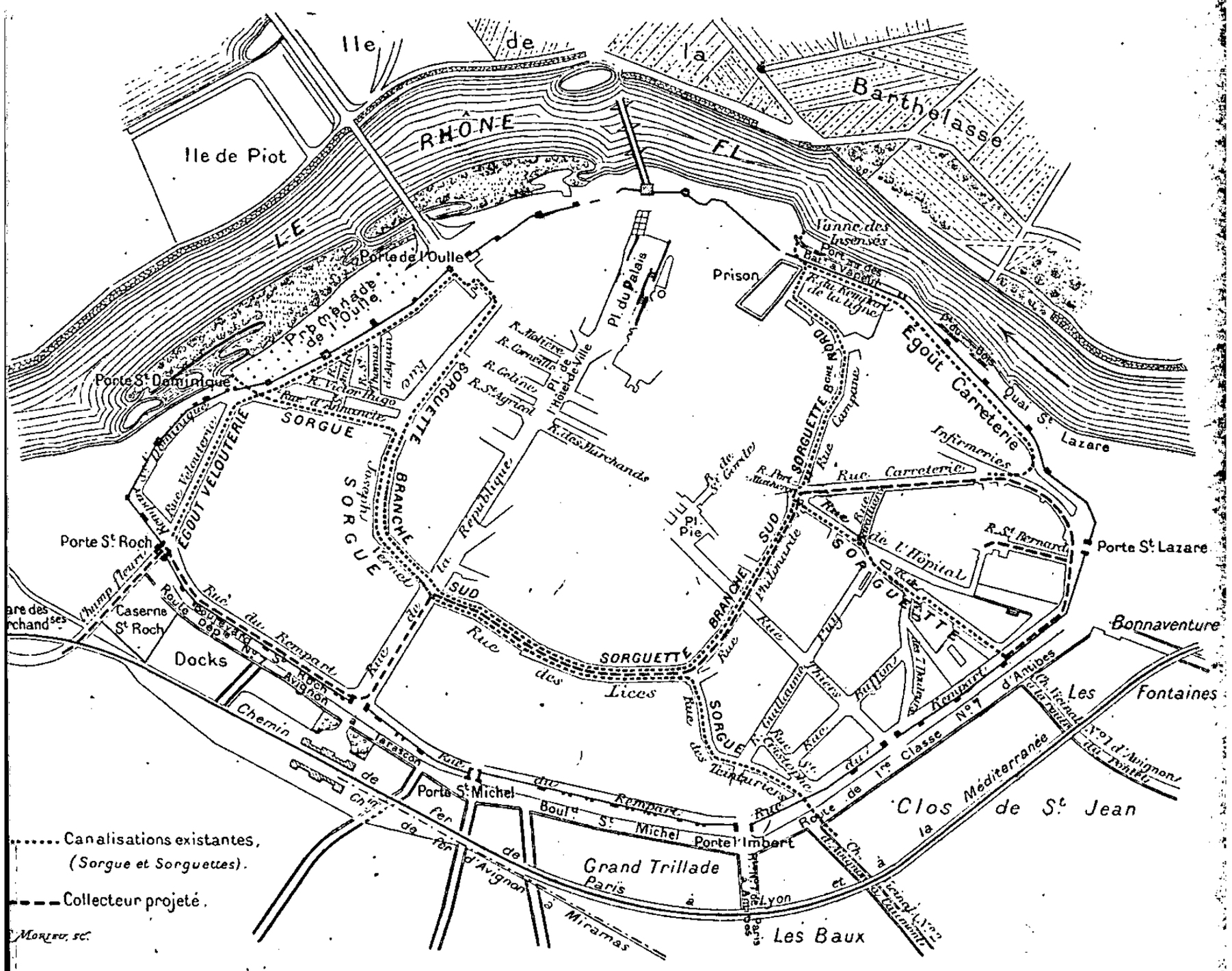


FIG. 1.

La ville d'Avignon est sillonnée par d'anciens cours d'eaux canalisés, présentant un développement linéaire total de 4.400 mètres.

L'étude de l'utilisation de ces ouvrages a donné lieu à un projet d'assainissement, avec système de surverse, mais avec cette particularité que c'est la canalisation réservée aux vidanges et eaux ménagères qui reçoit des anciens égouts à grande section les excédents d'eau météorique.

La ville d'Avignon s'élève sur la rive gauche du Rhône, sur un sol formé d'alluvions modernes, consistant en limons argileux assez compacts et durs, et d'où émerge vers le nord, surplombant le fleuve et dominant la ville, le rocher de Doms, soulèvement de l'étage néocomien (terrain secondaire infra-crétacé).

Escarpé du côté du Rhône, le monticule que surmonte la masse imposante de l'antique palais des Papes érigé près de son sommet, se relie par pentes douces aux divers quartiers de la ville. Celle-ci forme, de la sorte, un cône très incliné dont le rocher de Doms occupe le sommet, la ceinture des remparts trace la base, et la ligne droite, suivie par la place de l'Hôtel-de-Ville, la rue et le cours de la République, forme une des génératrices *(fig. 1)*.

La base du cône, courbe de forme allongée, se rapproche d'une ellipse ayant pour axes 1.800 et 1.150 mètres. La ligne polygonale des Remparts se développe sur 4.800 mètres environ, et borde extérieurement un boulevard de ceinture qui règne sur la presque totalité du périmètre ; de faible déclivité aux abords du rocher de Doms, ce boulevard est à peu près horizontal sur le reste du parcours.

De la place de l'Hôtel-de-Ville, plusieurs rues, de moyenne importance, rayonnent vers la périphérie par des pentes à peine sensibles alternant avec des contre-pentes ; et toute la partie Est de la ville, s'étendant de part et d'autre du tronc commun du ruisseau des Sorguettes, forme un bas-fond dont l'altitude descend à la cote 17,36, minimum qui n'est atteint sur aucun autre point de la ville, pour remonter, en approchant des remparts, aux cotes 18, 18,50 et même 19 ; mais on trouve des cotes inférieures à 18 sur plusieurs points de la ville, places Crillon et des Corps-Saints, rues Velouterie et d'Annanelle.

La surface totale, dont la cote est inférieure à 18, représente 50 hectares environ.

La surface de l'agglomération, limitée par la ceinture des remparts, est de 135 hectares environ, dans lesquels les voies publiques occupent environ 38 hectares, soit 26 % de la surface totale, mais les faubourgs s'étendent au-delà des fortifications et prennent quelque importance, notamment autour de la gare du chemin de fer.

Les cours d'eau de la Sorgue de Vaucluse et des Sorguettes traversent la ville d'Avignon et se jettent dans le Rhône. Ils sont canalisés et ils sont couverts et leurs cuvettes maçonnées sur la majeure partie de leur parcours *(fig. 1)*.

La Sorgue de Vaucluse pénètre dans la ville à la cote de seuil de $16^{m},45$ et se jette dans le Rhône à la cote $14^{m},03$; elle passe, sur une

partie de son parcours, sous les maisons, tandis que des tronçons coulent à ciel ouvert; de nombreuses industries y puisent leur force motrice.

Sa longueur totale est de 1.520 mètres, par une pente moyenne de 0,0016.

La Sorguette franchit la ligne des remparts à la cote 16,98 et après un parcours de 515 mètres, par une pente de $0^m,0007$, elle bifurque en deux branches.

La branche sud se dirige vers la Sorgue de Vaucluse qu'elle côtoie sur 880 mètres, et, après un parcours de 1.750 mètres, par une pente moyenne de 0,001, elle débouche dans un égout ovoïde longeant le rempart sur 406 mètres et aboutit à la Sorgue sur la rive droite, un peu en amont de sa prise de sortie sur le Rhône à la cote de $14^m,45$, à $0^m,42$ au-dessus de son radier.

Au droit de cette prise, sur la rive gauche de la Sorgue, se branche une galerie en maçonnerie de grande section, aboutissant au canal Champfleury, point de convergence du système hydrographique d'Avignon. La cote amont du radier de cette galerie est à $15^m,11$, soit à $1^m,08$ au-dessus de celui de la Sorgue; la cote aval à $14^m,71$. Sa longueur est de 400 mètres par $0^m,001$ de pente.

La branche nord des Sorguettes gagne, en traversant des îlots de maisons le quai de la Ligne, où elle se jette dans le Rhône à la cote $14^m,73$, après un parcours de 617 mètres, par une pente de 0,00324.

Le point bas de la rue Carreterie ($17^m,36$) est relié à la branche nord des Sorguettes, à quelques mètres de son embouchure, par une galerie désignée sous le nom d'égout Carreterie, ayant son origine à la cote $15^m,60$, d'une longueur de $701^m,50$, par une pente de 0,0007.

Quelques canalisations de construction récente suivent les rues principales de la ville et sont destinées à recueillir les colatures des voies publiques (nettoiement et pluies) pour les évacuer dans les Sorgues, d'où elles s'écoulent dans le Rhône, ou sont amenées au point de convergence générale, en tête du canal Champfleury.

Les radiers de la Sorgue et des Sorguettes sont en très mauvais état ou manquent totalement sur la plus grande partie de leur parcours; leurs sections sont considérables mais très irrégulières, et leurs profils, en plan et en élévation, ne peuvent se prêter à aucun débit uniforme; de là, des remous et arrêts qui favorisent les dépôts de vases et les obstructions. Etablies sous les maisons, et exceptionnellement par tronçons très courts sous la voie publique, ces canalisations ne sont presque jamais réparées, repurgées ni entretenues. Une vase infecte, imprégnée de matières putrescibles, stagne sur

toute leur longueur, et la faiblesse des pentes aidant, les déjections de toutes sortes qui y sont accumulées ne sont jamais entraînées par les courants d'eau ordinaires ; il s'en dégage des miasmes pestilentiels, accrus par les afflux d'eaux météoriques qui déplacent les dépôts visqueux, les diluent sur un plus vaste espace, mais ne les suppriment point ; le sol et l'atmosphère sont ainsi contaminés, de manière à nuire considérablement à la santé publique.

Le réseau formé par les Sorgues et leurs affluents actuels est destiné à l'évacuation des eaux superficielles. Les Sorguettes forment collecteur pour tout le bassin central, la Sorgue évacue les quartiers du sud, l'égout prenant naissance dans le bas-fond de la rue Carreterie draine le bassin compris entre le tronc commun et la branche nord des Sorguettes.

En cas de crue du Rhône, la Sorgue et les Sorguettes sont détournées en amont de la ville d'Avignon et les vannes d'entrée fermées. La fonction du système actuel est réduite au drainage de la voie publique et quelque peu, en cas de grosse pluie, des infiltrations du sous-sol ; la crue augmentant, on ferme successivement tous les orifices de sortie et la totalité des évacuations est ramenée au point de convergence générale, le canal de Champfleury.

Cependant, le fonctionnement du système est, à cette fin, insuffisant et défectueux, car il ne garantit pas l'envahissement de la voie publique par les eaux en excès chargées d'immondices et de matières fécales en putréfaction.

L'altitude du zéro de l'échelle des hauteurs d'eau du Rhône, correspond à la cote $12^{m};80$, aux vannes des Insensés ; il suffit donc que la crue du Rhône soit de $4^{m},56$ pour atteindre la cote $17^{m},36$ et envahir les points bas de la rue Carreterie ; on ferme les vannes des Insensés à l'extrémité nord des Sorguettes lorsque la crue atteint 4 mètres ; les écoulements de tout ce quartier sont alors dirigés vers le canal de Champfleury, le trajet total est de $3.974^{m},50$, avec pente moyenne inférieure à $0^{m},0002$, contre-pente de $0^{m},003$, sur 617 mètres et franchissement d'un barrage de $1^{m},68$, formé par le seuil amont de l'égout Velouterie. Les remous, obstructions et dépôts de matières seraient inévitables, même sur radiers bien enduits et à courbure appropriée s'ils n'étaient pas nettoyés, à courts intervalles, par des chasses énergiques d'eau claire. En l'état, avec radiers démolis, parois à aspérités nombreuses, contre-pentes, chutes, affouillements, encombrement de matières et débris de toutes sortes, substances solides, filamenteuses ou plastiques, l'écoulement ne peut être qu'illusoire et même dans l'hypothèse où aucune obstruction ne se produirait et où rien ne ferait obstacle à la libre circulation des eaux, si le plan d'eau

atteint r^m,50 dans l'égout Velouterie, il y aura équilibre dans tout le système amont et simple déversement au seuil de cet égout; s'il atteint le cerveau de la voûte, il y aura fatalement émergence dans le quartier de la rue Carreterie et il suffit pour cela que la crue du Rhône dépasse 5 mètres.

Dans la pratique, la rue Carreterie est toujours inondée aussitôt que les vannes des Insensés sont fermées. Et alors même que cette inondation n'aurait pas lieu, il y aurait tout au moins stagnation d'eaux polluées pendant plusieurs heures avant que les eaux de l'égout de la rue Carreterie se soient élevées de 1 mètre au moins pour franchir le point de partage des deux branches de la Sorguette.

L'état sanitaire, dépendant de cet ensemble de conditions, ne peut être que défavorable; aussi la mortalité est-elle élevée à Avignon, malgré une situation topographique et un état climatérique avantageux, et, circonstance aggravante, la natalité y est exceptionnellement basse.

D'après les statistiques fournies par le Ministère de l'Intérieur, le mouvement physiologique a été :

ANNÉES	MORTALITÉ	NATALITÉ
1893.....	26,1 °/₀₀	19,60 °/₀₀
1894.....	26 »	19,31 »
1895.....	27,3 »	19,50 »

La mortalité est de 4 °/₀ supérieure et la natalité de 3 °/₀ inférieure aux taux moyens correspondants pour la France entière.

La natalité étant inférieure de 7 °/₀ à la mortalité, la population d'Avignon doit subir une décroissance physiologique annuelle de 315 individus.

La répartition des décès et de la population par groupe d'âge donne les résultats suivants (1893) :

AGE	MORTALITÉ	POPULATION
0 à 1 an.....	248 °/₀₀	14,47 °/₀₀
1 à 19 ans.....	14,1 »	266,82 »
20 à 39 ans.....	10,7 »	395,23 »
40 à 59 ans.....	23,97 »	221,65 »
60 à.....	90,91 »	101,81 »

Ces répartitions ne révèlent rien d'anormal; il faut en conclure que la mortalité frappe sur tous les âges, qu'elle n'est pas due aux

ravages de maux spéciaux atteignant plus spécialement soit les enfants en bas âge, soit les vieillards, soit tout autre groupe d'âge et que le mauvais état de santé tient à une cause générale d'insalubrité.

La mortalité à l'étranger a, pendant de longues années, atteint des taux supérieurs à celui d'Avignon, notamment à Londres, Berlin, Francfort, Dantzig, Bruxelles, où ce taux atteignait 30 °/₀₀.

Mais la mortalité a brusquement décrû aussitôt que les travaux d'assainissement assurant l'amenée et la fourniture d'eau pure, sans contamination possible, et l'évacuation et l'élimination sans stagnation possible des matières usées, ont été exécutés.

En Angleterre est intervenue, en 1875, une loi sanitaire « *public health act* » obligeant les communes à exécuter, dans l'intérêt commun, les travaux sanitaires reconnus nécessaires par des commissions d'hygiène commises à cet effet.

Il a été fait depuis cette date environ trois milliards de dépense (3.000.000.000), mais la mortalité moyenne a baissé de 22 à 18 °/₀₀ et a atteint dans quelques localités 15 et 14 °/₀₀.

Le tableau suivant donne la mortalité avant et après les travaux d'assainissement dans quelques grandes villes.

	POPULATION	MORTALITÉ ANNUELLE PAR 1.000 HABITANTS	
		avant l'assainissement	après l'assainissement
Londres.....	4.216.000	32	18
Berlin.....	1.600.000	32, 9	20, 2
Bruxelles.....	440.000	31	21
Francfort.....	160.000	35	23
Dantzig.....	63.000	36	22

Ces diminutions de mortalité ne sont pas seulement désirables au point de vue humanitaire, elles représentent une valeur économique chiffrable et un accroissement correspondant de la richesse générale et de la puissance militaire.

D'après ce qui précède, les travaux d'assainissement de la Ville d'Avignon devront réaliser le programme suivant :

1° Evacuation et épuration des eaux résiduaires.

2° Protection contre les émergences des eaux sur la voie publique et contre l'inondation de la ville en cas de crue du Rhône.

Quel est le système qui satisfera le mieux à cette double condition?

Le « Tout-à-l'égout » aurait l'avantage d'assurer l'évacuation des colatures de surface, les exutoires naturels devenant insuffisants

quand elles grossissent ; mais, dans le cas où la crue du Rhône serait telle que la campagne en aval du point de convergence, au canal Champfleury, serait inondée (le cas se produit assez fréquemment et s'est présenté en octobre 1896), ce système rendrait nécessaire le relèvement à une hauteur de 2 ou 3 mètres au-dessus de la surface du sol de volumes d'eau très considérables, soit plus de 3 à 4^{mc} par seconde pour une pluie horaire de 0^{m},020 (y compris les infiltrations du sous-sol représentant, sur 50 hectares, 0^{m},10 en 24 heures) ; il comporterait par conséquent des installations fort coûteuses comme établissement, exploitation et entretien, avec utilisation éventuelle fort rare. Il vaut mieux réserver aux eaux superficielles les ouvrages existants en rectifiant les profils en travers et en long, de manière à mieux assurer l'écoulement des eaux, et affecter aux vidanges et eaux ménagères une canalisation de petit diamètre.

Les eaux pluviales et de nettoiement seront, par ce mode, projetées au Rhône par les orifices des Insensés et de Saint-Dominique ou, en cas de crue, par cette dernière seulement ou exclusivement par le canal Champfleury. Mais le débit du Rhône est tel, même à l'étiage, que cet apport d'eaux légèrement contaminées peut être considéré comme sans inconvénient pourvu que les vidanges et eaux ménagères en soient rigoureusement exclues.

D'autre part, la cote moyenne du réseau spécial étant inférieure à celle des canalisations actuelles, il sera possible, en cas de crue exceptionnelle du Rhône, d'établir en certains points, par des dispositifs décrits plus loin, des décharges de celles-ci dans les collecteurs projetés ; et d'épuiser éventuellement les surfaces inondées en abaissant de quelques centimètres, par heure, la cote générale du plan d'eau.

Le programme à réaliser à Avignon comportera donc le drainage de la totalité de l'agglomération urbaine au moyen d'une canalisation spéciale, recueillant les déjections et matières usées des maisons (mais non les eaux superficielles) avec point de convergence unique en tête du canal Champfleury, et relèvement, au point terminus, par une machine placée elle-même au-dessus du niveau des plus hautes eaux du Rhône.

Le réseau formé par la Sorgue, les Sorguettes et leurs affluents, devra être rigoureusement fermé aux évacuations des tuyaux de chute des maisons, vidanges et eaux ménagères.

Les dispositions et prescriptions relatives aux vannes d'entrée et de sortie de la Sorgue et des Sorguettes, en temps de crue, seraient maintenues.

Les eaux de nettoiement de la voie publique donnent lieu à un débit moyen de $0^{l},21$ par hectare et par seconde, soit pour toute l'agglomération à 28 ou 30 litres ; les infiltrations produisent en moyenne $0^{m},10$ de hauteur d'eau en 24 heures sur 50 hectares, soit près de 580 litres par seconde en aval du réseau.

Les eaux pluviales donnent lieu à des débits plus considérables. Pour les pluies normales, c'est-à-dire correspondant à une chute horaire de $0^{m},005$, l'écoulement a lieu directement dans le Rhône par les vannes des Insensés et de la porte Saint-Dominique, et il est toujours assuré, quels que soient les débits des Sorgues.

En temps de grosse crue, les pluies sont généralement intenses et ont atteint $0^{m},020$ de chute horaire, correspondant, en tenant compte des diverses causes de déperdition, à des débits par hectare de 36 et 18 litres suivant que l'écoulement est direct ou par affluents.

Le débit total, à l'aval du réseau, lorsque les orifices d'écoulement sur le Rhône sont fermés, atteint ainsi, y compris les infiltrations, $3^{mc},500$.

A 0,001 de pente, ce débit total exige une section de 3^{m^2} 10, largement atteinte dans l'égout Velouterie. Toutefois, l'évacuation ne sera obtenue normale et intégrale qu'à la condition que les radiers des Sorgues soient refaits et rectifiés, qu'il y ait interdiction absolue et rigoureuse d'y projeter des déjections provenant des habitations, ou toutes matières autres que celles issues du nettoiement usuel et normal des voies publiques ; enfin, que des chasses soient exécutées dans ces canalisations par de simples retenues d'eau ou écluses manœuvrées à la main, et fonctionnant à intervalles déterminés.

Pour garantir, en toutes circonstances, le quartier Carreterie contre les émergences de l'égout de cette rue, une connexion de surverse permettra d'évacuer dans la canalisation spéciale aux vidanges les eaux excédant un certain niveau.

Des surverses semblables sont prévues sur divers points des Sorgues et de leurs affluents. Elles ne fonctionneront qu'exceptionnellement, et il ne sera pas nécessaire de donner au collecteur général en raison de cet apport d'eau supplémentaire un diamètre plus élevé, l'écoulement pouvant avoir lieu, sans inconvénient, sous une charge de 3 mètres environ.

Le collecteur général *(fig. 1)* a son origine près des vannes d'entrée de la Sorguette (Moulin des Morts). Il draine le bas-fond du quartier Carreterie et amène les eaux résiduaires et éventuellement une partie des colatures superficielles de ce bassin vers le point de convergence générale de Champfleury par le chemin le plus court, afin d'obtenir pour une même pente totale, la pente moyenne minimum.

A cet effet, il suit le Rempart Limbert, les rues Carreterie, Philonarde, des Lices, de la République, du Rempart Saint-Roch. Il longe de la sorte, la Sorgue et la branche sud des Sorguettes, sur un parcours de 900 mètres, à 1m,45 environ au dessous du niveau moyen de ces cours d'eau, et reçoit leurs surverses.

Pour éviter les fouilles profondes, atteignant 4 et 5 mètres dans le terrain un peu aquifère qui forme le sous-sol d'Avignon, un relais élévatoire est prévu un peu en aval du croisement des rues Joseph Vernet et de la République. La cote amont du collecteur général est 16m,78 à 3 mètres au-dessous du sol, et à 0,20 au-dessous du plafond de la Sorguette pour permettre au réservoir de chasse, placé en tête, d'être facilement et abondamment alimenté par cette dernière.

La pente du collecteur est de 0,0029 de l'origine au bas-fond de la Carreterie ; de 0m,001 de ce point au relais élévatoire, et de 0,00188 au delà.

Le collecteur général est un tuyau de conduite en ciment armé, à section circulaire et de diamètres de 0m,25 à 0m,50.

Le débit en aval du collecteur sera, en l'état actuel et sans surverse, de 80 litres environ et pourra monter à 120 litres en supposant la population par hectare à 300 habitants ; or, le débit d'un tuyau de 0m,50, par une pente de 0,00188, sans charge, est de 150 litres et dans le cas de surverse, le débit, sous charge de 3 mètres atteindra 700 litres environ, correspondant à un abaissement du plan d'eau répandu à la surface de la voie publique (déduction faite des eaux résiduaires des maisons) de 0,005 par heure.

Le collecteur général débouche à la cote 14m,69 à 2m,49 au-dessus de l'étiage du Rhône, dans un regard de visite dont les parois en maçonnerie s'élèvent au-dessus du sol, de manière à mettre l'ouvrage à l'abri des crues du fleuve.

Un émissaire, à section ovoïde de 1 mètre de hauteur sous clé prend naissance dans ce regard de visite et aboutit à la cote 14m,29 à une distance de 400 mètres par une pente de 0m,001.

Des vannes de décharge permettent de déverser à une cote variable une partie des eaux du canal Champfleury, en cas de crue exceptionnelle, de manière à contribuer à abaisser le plan d'eau dans le réseau des Sorgues, et à accélérer l'épuisement des eaux ayant envahi les voies publiques.

L'usine contenant la machine élévatoire terminus et les appareils d'épuration fait suite à l'émissaire. Les eaux sont élevées à la cote 19m,10 et filtrées à travers des matériaux constitués par un mélange de silex concassé, de sable fin et de peroxyde de fer, ou de toute

autre substance riche en oxygène (polarite) qui neutralise les matières organiques et favorise, comme dans les sols perméables, le développement du ferment nitrificateur.

L'impossibilité de trouver un terrain de surface suffisante et d'altitude convenable, à l'abri des incursions du Rhône a dû, nécessairement, faire écarter, *a priori*, l'épuration des eaux d'égout de la ville d'Avignon par le système de l'épandage.

M. le Dr FLEURY

Directeur du Bureau d'Hygiène de Saint-Etienne.

MOUVEMENT DÉMOGRAPHIQUE DANS LES PRINCIPALES VILLES INDUSTRIELLES DE LA LOIRE AU XIXe SIÈCLE [614.1]

— Séance du 12 août 1897 —

En venant tenir ses assises de 1897 à Saint-Etienne, l'Association française se trouve dans un milieu industriel dont le développement a été surtout remarquable pendant le siècle qui s'achève ; le mouvement de la population qui l'a accompagné présente d'autant plus d'intérêt qu'il est en rapport étroit avec les phénomènes économiques ; son étude complétera les notions du Congrès sur l'industrie et le travail dans la région.

Les données concernant l'agglomération même de Saint-Etienne ont été fournies dans l'un des volumes offerts par la Ville ; nous serons donc bref à son sujet.

Le recensement de 1801 accusait 24.342 habitants pour la cité et ses faubourgs ; celui de 1896 a donné 135.784 habitants.

	NATALITÉ —	MORTALITÉ —	NUPTIALITÉ —
1801-1810.....	39.20	25.75	8.74
1891-1896.....	24.27	22.36	8.69

Les statistiques qui suivent se réfèrent aux principales villes industrielles de la Loire et plus spécialement de la région stéphanoise ; elles sont tirées des tables décennales déposées aux Archives de la Préfecture.

Nous nous bornerons à signaler les enseignements principaux qui résultent de l'étude de ces tableaux.

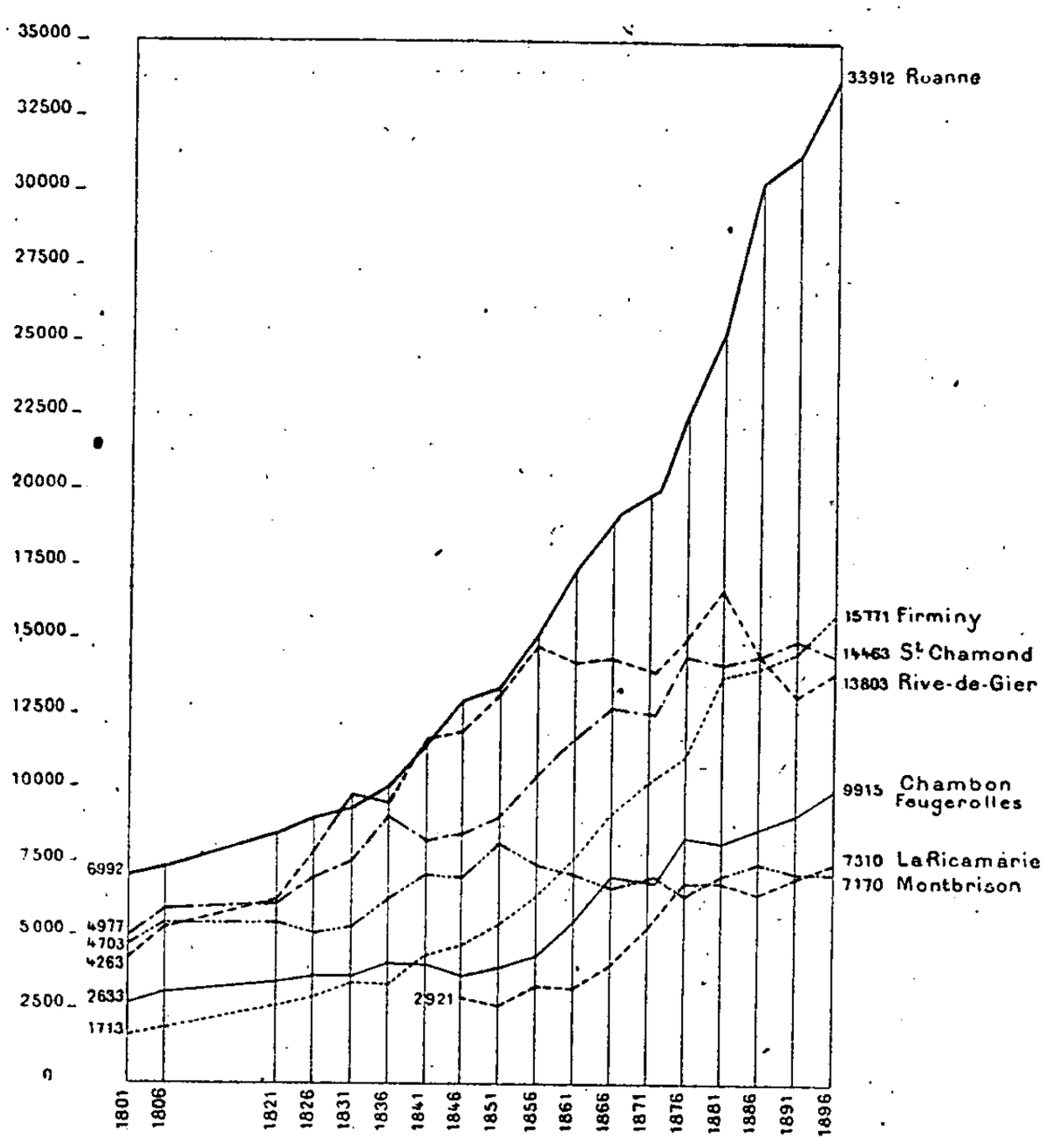


FIG. 1.

ROANNE. — Cette ville comptait 6.992 habitants au commencement du siècle ; elle en a 33.912 en 1896. La progression a toujours été croissant et n'a subi de recul à aucune période ; elle est surtout marquée depuis 1872, époque à laquelle le tissage mécanique du coton a fait son apparition à Roanne. La natalité a toujours présenté un excédent.

PÉRIODES	ROANNE — RECENSEMENTS	ROANNE — POPULATION MOYENNE	ROANNE — TAUX POUR 1.000 HABITANTS — Naissances	ROANNE — TAUX POUR 1.000 HABITANTS — Décès	ROANNE — TAUX POUR 1.000 HABITANTS — Mariages	FIRMINY — RECENSEMENTS	FIRMINY — POPULATION MOYENNE	FIRMINY — TAUX POUR 1.000 HABITANTS — Naissances	FIRMINY — TAUX POUR 1.000 HABITANTS — Décès	FIRMINY — TAUX POUR 1.000 HABITANTS — Mariages
1803-1812.....	1801 = 6.992 1806 = 7.270	7.131	51 54	44 45	9 59	1801 = 1.713 1806 = 1 821	1.767	46 06	33 50	11 26
1813-1822.....	1820 = 8.370	8.370	44 05	31 15	8 82	1820 = 2.627	2.627	40 27	32 73	7 69
1823-1832.....	1826 = 8.925 1831 = 9.260	9.093	41 99	33 46	8 74	1826 = 2.811 1831 = 3.779	3.295	44 79	29 80	9 19
1833-1842.....	1836 = 9.910 1841 = 11.330	10.620	38 53	32 11	7 98	1836 = 3.784 1841 = 4.306	4.045	41 67	31 94	7 58
1843-1852.....	1846 = 12.959 1851 = 13.397	13.178	40 04	28 69	8 71	1846 = 4.774 1851 = 5.374	5.074	36 93	28 55	7 72
1853-1862.....	1856 = 15.139 1861 = 17.398	16.269	34 15	26 83	9 73	1856 = 6.420 1861 = 7.672	7.046	40 25	30 99	8 94
1863-1872.....	1866 = 19.354 1872 = 20.037	19.696	33 51	28 89	8 81	1866 = 9.217 1872 = 10 422	9.820	42 12	36 01	8 17
1873-1882.....	1876 = 22.797 1881 = 25.425	24.111	28 99	24 25	7 78	1876 = 11.972 1881 = 13.707	12.846	37 60	28 27	9 33
1883-1892.....	1886 = 30.402 1891 = 31.380	30.881	27 43	23 47	8 57	1886 = 13.992 1891 = 14.511	14.252	28 69	22 68	7 91
1893-1896.....	1896 = 33.912	33 912				1896 = 15.771	15.771			

PÉRIODES	SAINT-CHAMOND RECENSEMENTS	SAINT-CHAMOND POPULATION MOYENNE	SAINT-CHAMOND TAUX POUR 1.000 HABITANTS Naissances	SAINT-CHAMOND TAUX POUR 1.000 HABITANTS Décès	SAINT-CHAMOND TAUX POUR 1.000 HABITANTS Mariages	RIVE-DE-GIER RECENSEMENTS	RIVE-DE-GIER POPULATION MOYENNE	RIVE-DE-GIER TAUX POUR 1.000 HABITANTS Naissances	RIVE-DE-GIER TAUX POUR 1.000 HABITANTS Décès	RIVE-DE-GIER TAUX POUR 1.000 HABITANTS Mariages
1803-1812.....	1801 = 4.997 1806 = 5.800	5.389	34 83	26 18	7 51	1801 = 4.263 1806 = 5.300	4.782	44 85	39 64	9 24
1813-1822.....	1820 = 5.988	5 988	37 75	33 88	9 58	1820 = 6.456	6.456	46 11	36 09	10 20
1823-1832.....	1826 = 6.834 1831 = 7.475	7.155	37 69	30 70	8 55	1826 = 8.111 1831 = 9.707	8.909	46 85	38 97	9 95
1833-1842.....	1836 = 9.001 1841 = 8.204	8.603	31 30	25 97	6 83	1836 = 9 567 1841 = 11.543	10.555	45 40	35 47	9 64
1843-1852.....	1846 = 8.406 1851 = 8.897	8.652	24 96	26 53	7 42	1846 = 11.911 1851 = 13.186	12.549	36 14	28 94	9 36
1853-1862.....	1856 = 10.472 1861 = 11.626	11.049	29 72	30 56	8 24	1856 = 14.720 1861 = 14.202	14.461	31 99	36 33	9 13
1863-1872.....	1866 = 12.652 1872 = 12.585	12.619	28 75	28 12	7 90	1866 = 14.381 1872 = 13.946	14.114	29 50	29 58	8 01
1873-1882.....	1876 = 14.420 1881 = 14.149	14.285	26 43	24 15	7 86	1876 = 15.004 1881 = 16.816	15.910	25 99	28 03	7 40
1883-1892.....	1886 = 14.383 1891 = 14.963	14.673	24 46	25 72	7 51	1886 = 14.304 1891 = 13.134	13.719	26 68	27 62	8 13
1893-1896.....	1896 = 14.463	14.463				1896 = 13.803	13.803			

PÉRIODES	LE CHAMBON-FEUGEROLLES RECENSEMENTS	POPULATION MOYENNE	TAUX POUR 1.000 HABITANTS Naissances	Décès	Mariages	MONTBRISON RECENSEMENTS	POPULATION MOYENNE	TAUX POUR 1.000 HABITANTS Naissances	Décès	Mariages
1803-1812.....	1801 = 2.633 1806 = 2.985	2.809	42 96	34 10	8 79	1801 = 4.703 1806 = 5.400	5.052	41 66	40 85	6 11
1813-1822.....	1820 = 3.379	3.379	36 75	31 37	8 37	1820 = 5.486	5.486	43 49	41 67	8 91
1823-1832.....	1826 = 3.672 1831 = 3.615	3.644	42 12	32 43	9 68	1826 = 5.154 1831 = 5.265	5.300	41 86	46 62	4 84
1833-1842.....	1836 = 4.013 1841 = 4.028	4.021	35 48	25 49	8 30	1836 = 6.266 1841 = 7.054	6.660	36 41	39 64	8 25
1843-1852.....	1846 = 3.674 1851 = 3.868	3.771	37 12	26 06	12 09	1846 = 7.003 1851 = 8 047	7.525	28 85	33 98	6 76
1853-1862.....	1856 = 4.307 1861 = 5.514	4.911	37 14	26 39	8 30	1856 = 7.456 1861 = 7.702	7.579	25 63	32 41	7 02
1863 1872.....	1866 = 6.954 1872 = 6.772	6.863	34 51	27 13	7 81	1866 = 6.475 1872 = 6.987	6.731	28 34	33 72	7 04
1873-1882.....	1876 = 8.314 1881 = 8.160	8.237	31 75	24 59	7 51	1876 = 6.363 1881 = 7.006	6.685	29 18	30 08	6 46
1883-1892.....	1886 = 8.532 1891 = 9.016	8.774	26 90	22 73	8 »	1886 = 7.369 1891 = 7.086	7.228	24 93	28 55	6 11
1893-1896.....	1896 = 9.915	9.915				1896 = 7.170				

PÉRIODES	IZIEUX — RECENSEMENTS	IZIEUX — POPULATION MOYENNE	IZIEUX — TAUX POUR 1.000 HABITANTS Naissances	IZIEUX — TAUX POUR 1.000 HABITANTS Décès	IZIEUX — TAUX POUR 1.000 HABITANTS Mariages	SAINT-JULIEN-EN-JAREZ — RECENSEMENTS	SAINT-JULIEN-EN-JAREZ — POPULATION MOYENNE	SAINT-JULIEN-EN-JAREZ — TAUX POUR 1.000 HABITANTS Naissances	SAINT-JULIEN-EN-JAREZ — TAUX POUR 1.000 HABITANTS Décès	SAINT-JULIEN-EN-JAREZ — TAUX POUR 1.000 HABITANTS Mariages
1803-1812.....	1801 = 1.684 1806 = 1.798	1.701	33 21	26 04	8 52	1801 = 2.294 1806 = 2.232	2.263	33 80	23 12	7 33
1813-1822.....	1820 = 1.984	1.984	35 08	25 »	8 66	1820 = 2.779	2.779	35 91	23 60	7 38
1823-1832.....	1826 = 2.197 1831 = 2.444	2.321	35 24	21 71	8 78	1826 = 2.966 1831 = 3.231	3.099	38 01	24 81	13 19
1833-1842.....	1836 = 2.140 1841 = 2.431	2.286	31 32	20 60	7 56	1836 = 3.052 1841 = 3.203	3.128	35 51	23 91	7 67
1843-1852.....	1846 = 2.682 1851 = 2.798	2.740	25 40	19 45	7 04	1846 = 3.458 1851 = 3.526	3.492	29 15	22 93	6 95
1853-1862.....	1856 = 3.503 1861 = 3.657	3.580	31 70	24 35	8 65	1856 = 3.800 1861 = 4.058	3.929	34 20	24 84	7 97
1863-1872.....	1866 = 4.385 1872 = 4.360	4.373	33 77	24 62	7 22	1866 = 4.840 1872 = 5.485	5.163	30 04	23 80	7 32
1873-1882.....	1876 = 5.194 1881 = 6.012	5.603	28 43	21 14	7 55	1876 = 6.230 1881 = 6.422	6.326	25 79	19 72	6 87
1883-1892.....	1886 = 6.181 1891 = 6 141	6.161	25 54	20 93	8 14	1886 = 6.811 1891 = 6.340	6.576	21 70	19 39	6 72
1893-1896.....	1896 = 6.785	6.785				1896 = 6.488	6.488			

LA RICAMARIE

PÉRIODES	RECENSEMENTS	POPULATION MOYENNE	TAUX POUR 1.000 HABITANTS			OBSERVATIONS
			Naissances	Décès	Mariages	
1843-1852.....	1846 = 2.921 1851 = 2.739	2.830	37 45	25 79	6 39	La Ricamarie a été érigée en commune par la loi du 22 juillet 1843 et formée de sections prises sur Valbenoîte et Montaud (Saint-Etienne), sur Saint-Genest-Malifaux et sur le Chambon-Feugerolles. Elle fut en même temps rattachée au canton du Chambon.
1853-1862.....	1856 = 3.338 1861 = 3.273	3.306	40 22	31 21	9 08	
1863-1872.....	1866 = 4.131 1872 = 5.264	4.698	42 19	29 82	8 72	
1873-1882.....	1876 = 6.700 1881 = 6.773	6.737	39 05	24 32	8 20	
1883-1892.....	1886 = 6.330 1891 = 7.044	6.687	34 57	24 87	8 09	
1893-1896.	1896 = 7.310	7.310				

Firminy. — C'est la localité de la région qui a vu sa population s'accroitre dans la plus forte proportion ; elle est passée de 1713 habitants en 1801 à 15.771 en 1896. La natalité se maintient encore à 28,69 ‰ ; mais là, comme ailleurs, elle fléchit rapidement, depuis une quinzaine d'années.

Saint-Chamond. — De 5.389 habitants en 1801, Saint-Chamond arrive à 9.000 en 1836 ; diverses fluctuations s'observent ensuite et finalement le dénombrement de 1896 avec le chiffre de 14.463 est un peu inférieur à celui de 1891 ; la population est à peu près stationnaire depuis 1876. La crise industrielle de la métallurgie et des lacets explique cet état de stagnation. Un phénomène non moins important révélé par la statistique est l'excédent de la mortalité sur la natalité, pendant plusieurs décades ; c'est là une anomalie pour notre région ; les causes en seraient intéressantes à étudier en classant les décès par âges, par sexes et par professions ; ce dépouillement dépasse de beaucoup notre cadre actuel.

Rive-de-Gier. — Cette ville est arrivée à son apogée en 1881 avec 16.816 habitants ; une courbe descendante se dessine alors dont le minimum correspond à 1891 ; ce dernier recensement accuse un léger mouvement ascensionnel

Les perturbations subies par l'industrie minérale, dont plusieurs produits, tels que le rail, ont cessé d'être fabriqués dans la région, celles de la verrerie, d'autre part, ont influé sur le mouvement de la population. On retrouve dans cette ville ce phénomène déjà signalé à Saint-Chamond d'une mortalité supérieure à la natalité ; il persiste depuis 40 ans.

Le Chambon-Feugerolles. — Cette localité débute en 1801 avec 2.809 habitants ; elle en compte maintenant (1896) 9.915. Sa marche ascendante serait régulière sans un infléchissement survenu dans la période 1843-1852 et occasionné par la création de la commune de La Ricamarie en 1843 ; une portion de son territoire fut alors distrait au profit de cette dernière.

Montbrison. — Chef-lieu de la Loire jusqu'en 1856, cette ville a été éprouvée par le transfert de la préfecture à Saint-Etienne à cette époque ; l'absence d'industrie jusqu'à ce jour n'a pas peu contribué à sa réputation de ville morte ; quelques manufactures viennent cependant de s'y installer et pourront lui imprimer un essor analogue à celui des agglomérations voisines de Saint-Etienne.

Depuis 70 ans, les naissances sont inférieures aux décès et l'accroissement est dû à l'immigration.

Izieux. — De 1.701 habitants au début du siècle, cette localité est passée à 6.875 en 1896, suivant un accroissement graduel et régulier, avec bénéfice notable en faveur de la natalité, contrairement à Saint-Chamond, dont elle constitue un faubourg.

Saint-Julien-en-Jarez. — Autre faubourg de Saint-Chamond, cette agglomération est également mieux partagée ; le dernier recensement accuse cependant un léger recul de la population.

La Ricamarie. — C'est la dernière venue (1843) des grandes communes industrielles de la région stéphanoise, c'est aussi la plus prolifique ; la natalité y est encore de 34, 57 pour 1.000. L'industrie des mines occupe la plus grande partie de la population.

Le fait général qui ressort de l'étude de ces divers tableaux est la diminution de la natalité, surtout depuis 25 à 30 ans ; quant à l'accroissement de la population, l'immigration en est le principal et parfois l'unique facteur. Le graphique ci-joint montre les oscillations subies par les principales localités, au cours de ce siècle, d'après les recensements ; pour ne pas le surcharger, nous avons omis les deux moins importantes : Izieux et Saint-Julien-en-Jarez.

M. Emile RIVIÈRE

Sous-Directeur de laboratoire au Collège de France, à Paris,

et M. Charles MOTTHEAU

A Brunoy.

VAUX-LA-REYNE, ANCIEN DOMAINE ROYAL (SEINE-ET-MARNE)

[724 (407)]

— Séance du 12 août 1897 —

I

Il s'agit du château de Vaux-la-Reyne, dont une partie des ruines a été, par hasard, mise a découvert en 1891 avec divers objets, tels notamment que plusieurs centaines de carreaux — pièces de carrelage — des poteries, etc., ainsi qu'une fontaine en marbre blanc, dont nous parlerons plus loin.

II

C'est immédiatement au-dessous de la station de chemin de fer de Combs-la-Ville-Quincy (ligne de Paris-Lyon-Méditerranée) sur la limite des départements de Seine-et-Oise et de Seine-et-Marne, dans la vallée de l'Yerres, sur le territoire de Combs-la-Ville, que se trouve l'emplacement de l'ancien château royal de Vaux-la-Reyne.

On croit assez communément qu'il fut construit par Alphonse, comte de Poitiers et de Toulouse, frère de Saint-Louis. C'est une erreur et nous allons, avant de parler des découvertes archéologiques qui ont été faites sur son emplacement, en donner l'historique, d'après les documents cités par les écrivains qui nous ont précédés et d'après ceux que nous avons trouvés soit dans les *Archives nationales*, soit dans les archives de Seine-et-Oise et de Seine-et-Marne.

Parmi les titres qu'il nous a été donné de voir, il en est un qui jette presque le grand jour sur l'ombre d'un passé que Jean de la Barre,

l'historien de Corbeil, et l'abbé Lebeuf ont eu tant de peine à entrevoir : c'est la vente de la terre et seigneurie de Vaux par Jean Andry à Claude de Raboudanges, à la date du 29 mai 1497 (1).

Le vendeur, qui était notaire, craignant sans doute que, si son acquéreur était troublé par quelque revendication, il ne fût lui-même impliqué dans un de ces procès interminables comme les procureurs d'alors savaient les faire, prit le soin, dans l'acte de vente même, de donner une nomenclature descriptive de tous les titres que lui avaient transmis ses prédécesseurs ; titres qui, malheureusement, ont disparu en 1652 dans le deuxième sac et pillage du château (2). Nous disons « deuxième sac », car les villages et manoirs situés entre Melun, Brie-Comte-Robert et Corbeil eurent tant à souffrir des guerres de l'époque que, malgré la richesse du sol de cette partie de la Brie, on fut longtemps à réparer ces désastres ; nous n'en citerons comme preuve que le passage suivant de l'*Aveu et dénombrement de la Seigneurie d'Evry-les-Châteaux* fait le 23 août 1511 par Marie et Etiennette Budé et Jean Le Charron, leur neveu (3) :

« Et lesdicts héritaiges tous en frische par la fortune et malice du « temps des guerres qui ont longtemps duré, tellement que le pays « de Brie, mesmement dudict Every et ses environs, a esté du tout « en frische, bois et buissons, inhabité et destruict jusques à peu de « temps ci-devant qu'il a esté remis et réduit et chacun jour se répare « et mect en valoir et usaige. »

Le plus ancien titre dont parle Jean Andry est une « vente du lieu, manoir et appartenances de Vaux » faite par Pierre de Fleury, homme d'armes, et Jehanne sa femme à messire Simon de la Porte et dame Ainse, sa femme, suivant lettres passées sous le sceau de l'Officialité de Paris, l'an 1260, au mois de juin, à la charge du douaire que dame Loyse de Vaux, mère de ladite Jehanne, avait sur le lieu.

Simon de la Porte ne jouit pas longtemps de sa propriété de Vaux et il paraît même n'avoir été qu'un intermédiaire. Lui et sa femme vendirent à la comtesse de Poitiers et de Toulouse « toute la terre et teneur de Vaux » par lettres scellées de l'Officialité de Paris, du mois de janvier 1261, le mercredi après la conversion de Saint-Paul.

Jeanne, fille de Raymond VII, dernier comte de Toulouse par suite de la réunion à la France, en 1271, du comté de Toulouse, avait épousé en 1237 Alphonse, comte de Poitiers, frère de Louis IX

(1) *Archives de Seine-et-Marne*, série E, cote 1844.
(2) Le premier sac eut lieu, comme nous le disons plus loin, en 1435.
(3) *Archives nationales*, série P 34, cote 17.

(Saint-Louis), et avec son mari, avait fondé, comme on sait, l'abbaye de Jarcy ou Gercy (Seine-et-Oise), voisine de ce domaine ; elle mourut (le 15 août 1261) peu de mois après qu'elle s'en était rendue propriétaire et fut enterrée dans l'église de ce couvent « sous une tombe d'une seule pierre avec figure et inscription française gravées ». Nous ne citerons que la description, par le Père Anseline (1), des quatre écussons que portait cette tombe : « l'un semé de fleurs de lys, « l'autre chargé d'un château de Castille, le troisième semé de tours « et le quatrième portant la croix de Toulouse », c'est-à-dire les armes de France et de Castille, pour rappeler le père et la mère du comte, celles personnelles audit comte et celles de la comtesse.

C'est évidemment en souvenir de la belle-sœur de Saint-Louis que le manoir de Vaux prit le nom de Val-la-Comtesse sous lequel il fut tout d'abord connu.

Le comte de Poitiers le conserva jusqu'à sa mort (12 août 1271). Il n'est pas douteux qu'il fit faire des améliorations et additions au manoir primitif de Loyse de Vaux ; la « cave », dont nous parlerons ensuite, et les bâtiments qui y attenaient ont dû être construits de son temps. Les fouilles qu'a exécutées le propriétaire actuel du terrain, M. H. Pierron, sur l'emplacement du château et les documents archéologiques qu'il y a recueillis et que nous décrivons plus loin, ne permettent aucune hésitation à cet égard.

A la mort du comte de Poitiers, son neveu, le roi Philippe III le Hardi, hérita de ses biens. On ne peut mettre en doute que son fils Charles, comte de Valois, d'Alençon et d'Anjou, souche de la branche des Valois, ait possédé Vaux-la-Comtesse et qu'il n'y ait fait aussi des embellissements. La découverte des débris d'une fontaine portant les armes d'un fils de France et celles d'Aragon-Sicile confirme cette possession.

Dans la nomenclature des titres déjà citée Jean Andry reproduit des lettres du *roi Charles*, de l'an 1297, le vingt-sixième jour de mai, par lesquelles il est mandé au prévôt de Paris de faire la délivrance à Geuffroy du Plessis de l'hôtel de Vaux, qui fut à Alphonse, comte de Poitiers et de Toulouse.

Le notaire, rédacteur de cette vente, a confondu, — la chose est certaine — Charles, comte de Valois, avec un roi du nom de Charles, les princes de la maison de France ayant l'habitude, comme les rois, de sceller leurs lettres de cire verte avec queue de soie rouge et verte. Il n'est pas hors de propos de faire remarquer ici que le premier roi du nom de Charles appartenant à la branche directe des Capétiens

(1) *Histoire généalogique de la maison de France*, t. Ier, p. 83.

est Charles IV dit Le Bel (1322-1328), et qu'en 1297 régnait Philippe IV, surnommé aussi le Bel (1285-1314).

Les religieuses de Jarcy qui avaient obtenu du comte de Poitiers et de ses successeurs certains droits sur la ferme des Bergeries-de-Vaux, sur les terres labourables, les prés, jardins et autres possessions, y renoncèrent en faveur et au profit de maître Geuffroy du Plessis, par lettres, sous le scel de la prévôté de Paris, datées du samedi devant la Trinité de la même année 1297 (1).

On trouve à la même époque des lettres de Philippe IV (2) qui permettent à Miles de Noyers, chevalier, et à Jeanne de Montbéliard, sa femme, d'acquérir, dans ses domaines, cent livrées de terre et de les donner amorties à maître Geuffroy du Plessis, notaire de l'église de Rome. Dans le même dossier sont d'autres lettres par lesquelles Geuffroy du Plessis donne à l'abbaye de Jarcy soixante arpents de bois au-dessus de Quincy, que Jean de Braye, seigneur de Villememain (3) et gruyer de Senart, amortit moyennant six-vingt livres parisis.

Enfin par lettres scellées du sceau de l'abbaye, dont la date n'est pas indiquée, les religieuses de Jarcy donnèrent quittance à Geuffroy du Plessis de la récompense qu'il était tenu de leur faire (4).

Après la mort de maître Geuffroy du Plessis la terre et l'hôtel de Vaux-la-Comtesse paraissent être rentrés dans le domaine royal. L'abbé Lebeuf assure, d'après les tables de cire (5) dans lesquelles sont spécifiés en latin les différents lieux où le roi Philippe-le-Bel passa avec Jeanne de Navarre, son épouse :

1° Qu'au retour du voyage qu'il fit avec elle en Champagne, durant l'hiver de l'année 1301, au sortir du Vivier qui est près de Chaulmes-en-Brie, ils se rendirent, *sabbato in octavo Epiphaniæ, apud Vallem Comitissæ* et que, le lendemain 14 janvier, ils vinrent à Villeneuve-Saint-Georges ;

2° Que le même Philippe-le-Bel y était au mois d'octobre 1309 selon une charte (6) qui est datée de ce lieu ;

3° Que d'après les *Chroniques de Saint-Denis*, vers la fin du mois de juillet 1358, le Régent du Royaume, Charles, fils du roi Jean,

(1) *Archives de Seine-et-Marne*, série E, cote 1844 : vente par Jean Andry déjà citée.
(2) *Archives de Seine-et-Oise*, série A, n° 820.
(3) Château situé près de Brie-Comte-Robert, aujourd'hui Villemain.
(4) *Archives de Seine-et-Marne*, série E, n° 1844. Vente par Jean Andry déjà citée.
(5) *Histoire du diocèse de Paris*, t. XIII, p. 297 et suivantes (tab. cerea in biblioth. S. Victor.)
(6) *Registre des Chartes 41*, lettre 120.

ayant fait un accord avec le roi de Navarre, quitta le séjour de Carrières-les-Conflans-Charenton et se rendit au Val-la-Comtesse ;

4° Qu'enfin on voit ailleurs (1) que cette terre avait été mise en ligne de compte dès l'an 1352, avec le mot *vacat*, comme ne produisant rien au domaine.

Le savant abbé constate que, dès 1374, ce château a changé de nom ; qu'il reste deux chartes de Charles V, datées du 9 septembre de cette même année dans lesquelles le *apud Vallem Comitissæ* est remplacé par le *apud Vallem Reginæ*. Il insinue que peut-être, comme Vaux n'est éloigné de Brie-Comte-Robert que d'une lieue, il fut donné à Jeanne d'Evreux, veuve du roi (Charles IV).

Nous serions assez volontiers de cet avis, quoique nous n'ayons encore trouvé aucun document confirmant la supposition de l'abbé Lebeuf.

Mais, de ce que sous le règne de Jean-le-Bon (en 1352), cette terre ne produisait rien au domaine, il s'ensuit évidemment qu'elle devait faire partie de l'apanage de quelque prince ou princesse du sang. De plus, si nous considérons les faits suivants : 1° qu'en 1374, la terre sus-dite était couramment connue sous le nom de Vaux-la-Reyne ; 2° que, d'après les historiens, Charles V aimait à venir, chez son serviteur Gilles Malet, se délasser des soucis de la couronne à Villepesele, distant d'une lieue à peine du Val-la-Reyne ; 3° que si d'après l'abbé Lebeuf, Jeanne de Bourbon, épouse de Charles V, avait possédé ce château, son mari y serait venu de temps en temps ; 4° qu'après la mort de Jeanne d'Evreux, survenue à Brie-Comte-Robert, le 4 août 1370, nous trouvons ledit château aux mains de Louis d'Orléans, comte de Valois, deuxième fils de Charles V, qui avait succédé à cette princesse dans la chatellenie de Brie-Comte-Robert (2) ; 5° que de nos jours encore, la légende veut que ce même lieu soit l'emplacement du château de la reine Blanche (or, les reines devenant veuves portaient le deuil en blanc, ce qui fait que le peuple les désignait sous le nom générique de *reines-blanches*) ; 6° que sa nièce Blanche de Navarre, veuve de Philippe VI, dit le Valois, était dame de Corbeil et ne mourut qu'en 1398 ; 7° que, par tradition, on est certain que Jeanne d'Evreux aimait à visiter souvent sa nièce à Corbeil ; bref, de ce faisceau de circonstances, ne peut-on déduire que, avec les années, le voyage de Brie à Corbeil lui

(1) Cod. putean. 728.

(2) *Archives Nationales*, série P, 472, cote 49. Aveu et dénombrement du fief d'Araz-les-Chaumes, mouvant de Tournan, par Pierre du Bois, écuyer, 6 mars 1372, sous le sceau de la prévôté de Brie-Comte-Robert.

devenant pénible, — les dames comme les seigneurs voyageaient alors à cheval — elle prit le parti de faire séjour à Vaux que probablement elle avait eu en douaire ; de là cette nouvelle dénomination de Val ou Vaux-la-Reyne.

Si nous en croyons un important ouvrage de la *Collection des documents inédits sur l'Histoire de France*, publiés par le Ministère de l'Instruction publique (1), c'est en septembre 1365, que l'on trouve « pour la dernière fois cette localité désignée sous le nom de *Val-la-Comtesse*, alors que Charles V et Philippe le Hardi y séjournent *(disner, souper et gister)* pendant une douzaine de jours, du 11 au 23 septembre ». Ils y avaient déjà passé, en partie, les journées du jeudi 20 et du vendredi 21 février de la même année. Cependant, d'après le même auteur, c'est en 1374 seulement que Val-la-Comtesse aurait pris le nom de *Val-la-Reyne* (2) et, en 1395, celui de *Vau la Roine* (sic), comme il l'appelle encore à la date du 21 septembre 1395 : « 21 mardi — mons. disner à le Queue en Brie — giste à Vau la Roine ».

Le 9 mai 1390 (3), Louis de France, alors duc de Touraine, comte de Valois et de Beaumont — en 1392, il échangea le duché de Touraine contre celui d'Orléans — par lettres scellées de cire verte, « baille et transporte son hôtel du Val-la-Reyne, terres, prés, bois, garenne, vignes, caves et toutes ses appartenances à la Reine Ysabeau de Bavière, à l'encontre de son hôtel de Saint-Marcel-les-Paris » que lui avait donné, le 1er janvier 1387, le duc de Berry et d'Auvergne, comte de Poitou.

De la Barre, l'historien de Corbeil (p. 199 et suivantes), dit que ce fut la reine Isabelle de Bavière qui fit bâtir la chapelle de Vaux. Il ajoute même qu'elle donna un pré aux religieuses de Jarcy pour qu'elles se chargent d'y envoyer, chaque dimanche, un prêtre y célébrer la messe. Ce fut elle aussi qui fit construire le moulin, pour l'édification duquel on rapprocha du château le lit de la rivière.

Elle y résida en 1405 avec le duc d'Orléans, après avoir tenté, sans aucun succès, de faire venir son fils le dauphin à une conférence qu'elle voulait avoir avec lui à Pouilly-le-Fort (Seine-et-Marne) (4).

(1) *Itinéraire de Philippe le Hardi et de Jean-sans-Peur, ducs de Bourgogne* (1363-1419), d'après les comptes de dépenses de leur hôtel, recueillis et mis en ordre par Ernest Petit, — Paris, Imprimerie Nationale, 1888. — Ces documents sont un extrait du contrôle de la dépense du duc de Touraine, fils de Jean, roi de France et son lieutenant au duché de Bourgogne, faite par Thomas de Chapelle, secrétaire et aumônier du duc.

(2) Année 1374, décembre, 12 mardi : Départ de Vincennes — Giste au Val la Reyne devers le roy ; 13 mercredi : départ de Val la Reyne — Giste à Melun devers le roy ; 21 jeudi : Mons. et le roy au Val la Reyne.

(3) *Archives de Seine-et-Marne*. Série E, n° 1844. Vente déjà citée.

(4) *Histoire de Charles VI*. Edition Laboureur, p. 951.

Isabelle de Bavière conserva la propriété de Vaux jusqu'à sa mort, arrivée à l'hôtel Saint-Paul le 20 septembre 1435. Des lettres, de 1431, en forme de charte, scellées de son sceau et signées de sa main, lettres par lesquelles elle donne, transporte et délaisse perpétuellement et héréditairement, à l'église Notre-Dame de Paris, son hôtel du Val-la-Reyne avec toutes ses appartenances, sont comprises dans la nomenclature des titres remis à son acquéreur par Jean Andry.

Le Père Anselme (1) ajoute à l'article généalogique de la reine Isabelle de Bavière que son corps ne fut pas accompagné à Saint-Denis par la Cour parce que, suivant les registres du Parlement, les Armagnacs étaient autour de Paris.

C'est à cette époque de 1435 qu'il faut placer le sac et l'incendie du premier château. La destruction n'en fut pas cependant complète et c'est sur la partie la moins endommagée que furent réédifiés les nouveaux bâtiments.

Charles VII ne ratifia pas les dispositons testamentaires de sa mère, car, suivant l'abbé Lebeuf qui s'appuie sur Sauval, la reine Marie d'Anjou tenait, en 1458, Vaux-la-Reyne de par le don que le roi lui en avait fait. Et elle le pria d'en faire cadeau à Pierre du Buisson et à sa femme ; cette donation leur fut confirmée par Louis XI par lettres datées d'Amboise le 1er avril 1468.

Mais ce n'est pas du château qu'il s'agit ici, c'est de la ferme des Bergeries que le roi donna à Pierre du Buisson. En effet, nous trouvons que Jean le Tertereau, examinateur au châtelet de Paris, fait l'hommage au roi, le 3 juillet 1467, « pour raison de son fief de Cons-la-ville et ses appartenances, tenu et mouvant *du roy à cause de son chastel du Val-la-Royne en la Prevosté de Paris* » (2).

Dans la nomenclature des titres, déjà tant de fois citée, nous trouvons des lettres du mois de juillet 1470 de « Louis dernier trépassé » (Louis XI, 1461-1483), par lesquelles ce souverain ratifia et confirma le don et la cession faits par la reine Isabelle de la terre du Val-la-Reyne au Chapitre de Paris.

Cependant le Chapitre ne tenait pas encore son legs : la ferme des Bergeries était toujours aux mains de Pierre du Buisson ; le château était en celles d'un certain Michel de Chastenay, et tous les deux trouvaient bon de ne rien rendre, malgré les lettres du roi Louis XI ; de là, procès devant le Parlement ; arrêt du 15 avril 1481 qui confirme la donation et condamne Chastenay à payer au chapitre 112 livres 16 sols parisis « pour les fruits et émoluments de l'hôtel du Val-la-Reyne

(1) *Histoire généalogique de la maison de France.* T. 1er, p. 112.
(2) *Archives Nationales*, série P 1, cote 249.

par lui reçus et expertises pour évaluer les réparations et constructions nouvelles faites au château et à la ferme ruinés ». Enfin, en 1488, toutes ces contestations se terminèrent par un accord intervenu entre le Chapitre, d'une part, et les héritiers de Michel Chastenay et ceux de Pierre du Buisson, d'autre part.

Il faut croire que la ferme comme la seigneurie n'étaient pas d'un grand rapport, car, par lettres « faites doubles » (1), sous le sceau de la prévôté de Paris, le 30 juillet 1490, le Chapitre vendait le Val-la-Reyne à Jean Andry, notaire au châtelet de Paris.

Quoique tombé en des mains roturières, le Val-la-Reyne conserva toujours dans sa mouvance les fiefs des Tournelles, de Paloisel, dont mouvait celui de la Grivelle, celui de Menehy ou Menechy, celui d'Egrenay et enfin le fief de Chantepie dit plus tard de Boigny. Nous avons relevé un aveu du fief de la Grivelle, arrière-fief de Vaux, fait le 9 mai 1497 par Guillaume Tertereau (2).

Il se pourrait que le fief de Chantepie, situé au faubourg de la Fleur de Lys, à Brie-Comte-Robert, ait été mis dans la mouvance de Vaux au temps de Jeanne d'Evreux. Ce fief avait des terres sur les paroisses de Servon, Périgny, Varennes, Gregy et Attily, tandis que les autres étaient tous sur celle de Combs-la-Ville (3).

Il y avait à Mandres (Seine-et-Oise) un lieu-dit Chantepie situé proche le village, en tirant vers Servon ; nous le trouvons cité dans différents aveux de fiefs relevant de la chatellenie de Brie-Comte-Robert et notamment dans celui fait par Jacques des Essars en 1397 (4).

Le 13 janvier 1493, Jean Andry fait bail à cens à Vincent Roger, d'une masure, cour et jardin assis en la garenne de Vaux, entre le grand hôtel et les Bergeries du dit lieu ; « aboutissant par devant à la rue, par où l'on va du moulin aux dites Bergeries » (5).

Nous ferons remarquer, en passant, que c'est la première fois que, dans les titres déjà cités, il est question du moulin.

Le 29 mai 1497, le même Jean Andry et Jeanne de Tuneau, sa femme, vendent à messire Claude de Raboudanges, chevalier, seigneur de Thun, et dame Catherine du Goulet, sa femme, la terre et seigneurie de Vaux-la-Reyne : manoir, édifices, maisons, chapelle, cour, jardins au-dessus de la rue et au-dessous, les Bergeries d'en haut, prés, fossés à poissons, bois, terres et friches, moulin, rivière,

(1) *Archives de Seine-et-Marne*. Série E, n° 1844.
(2) *Archives de Seine-et-Marne*. Série E, n° 1844.
(3) *Archives de Seine-et-Marne*. Série E, n°s 1844 à 1849.
(4 *Archives Nationales*, p. 55, cote 85.
(5) *Archives de Seine-et-Oise*. Série A, n° 1223.

pêcherie, cens, rentes, droitures, devoirs, avec les fiefs qui en sont tenus et mouvants, tous les droits de haute justice, moyenne et basse ; le tout chargé envers les doyen et chapitre de Notre-Dame de Paris, de 20 livres tournois de rente perpétuelle et non rachetable. Cette vente a été faite moyennant, outre les charges, 90 livres tournois de rente envers les vendeurs, rachetable moyennant 900 livres tournois, plus une somme de deux mille deux cents livres tournois payée comptant (1).

En 1506, nous trouvons Vaux possédé par dame Marguerite de Rucherolles, veuve de Jean du Bec, seigneur de Vaux-la-Reyne. Le 10 décembre de la même année, elle fait bail à cens et à rente à Jean Housseau, demeurant à Combs-la-Ville, de 14 arpens de terre assis au lieu dit la Streuse (2).

Le 11 octobre 1554, Damoiselle Loyse Herouet, veuve de maître Jean Rivière, notaire et secrétaire de la maison et couronne de France, se faisant fort de ses enfants, fait acte de foi et hommage au roi à cause de sa chatellenie de Corbeil, pour raison de la seigneurie de Vaux-la-Reyne, Combs-la-Ville en partie, et de tout ce qui fut à ceux de Paloisel (3).

Cette terre resta aux mains de la famille Rivière et de ses descendants jusqu'en 1689. Nous la trouvons successivement possédée par Nicolas de Rivière qui, le 19 décembre 1607, en fait bail à cens et à rente à Pierre Lecomte, laboureur de terres et vignes (4). Puis, en 1659, le 25 mai, Marie de Rivière, veuve de Charles de Gomer, chevalier, dame de Cuignières, Conlaville et Vaux-la-Reyne, tutrice de Messire Claude-Charles de Gomer, son petit-fils, chevalier, seigneur dudit Conlaville et Vaux, des Tournelles, Paloisel et de la Grand-Maison, supplie le roi de l'autoriser à refaire le papier-terrier desdits fiefs. Elle expose que la plus grande partie des droits seigneuriaux qui lui sont dus n'est payée ni reconnue, ni ne se peut faire payer ni reconnaître, ayant perdu presque tous ses titres, lorsque ledit château de Vaux fut pris et pillé en l'année 1652 par l'armée de Lorraine, campée à Villecresne et Cerçay (5). Cette armée était conduite par Charles IV, duc de Lorraine. Voici ce que dit à ce sujet Paul Louisy dans la nouvelle biographie générale publiée par Firmin-Didot (T. XXXI[e], p. 678) : « Comme la « guerre continuait entre la France et les Espagnols, il se loua à

(1) *Archives de Seine-et-Marne.* Série E, n° 1844.

(2) *Archives de Seine-et-Oise.* Série A, n° 729. — Le lieu dit la Streuse était situé entre Egrenay et La Vau (Paroisse d'Evry).

(3) *Archives Nationales,* p. 3, cote 137.

(4) *Archives de Seine-et-Oise,* série A, n° 1223.

(5) *Archives de Seine-et-Marne,* série E, n° 185.

« ceux-ci avec son armée, assiégea Cambrai et, sur l'appel des fron-
« deurs, pénétra jusqu'à Villeneuve-Saint-Georges et se montra même
« à Paris (1652). Gagné par la reine, ne se souciant pas d'ailleurs d'ex-
« poser à une bataille inutile son armée, qui faisait toute sa force, il
« s'éloigna brusquement, alla toucher les frontières du Barrois, et
« revint sur ses pas rejoindre Condé sous les murs de Paris. »

« D'autre part et relativement aussi au pillage de Vaux, M. Eugène Colin, instituteur à Combs-la-Ville, nous a communiqué la note suivante, extraite de sa notice en préparation intitulée : *Combs-la-Ville à travers les âges :*

« Le samedi 14e jour de juin de l'année 1652, le château de
« Vaux-la-Reyne a été pillé par l'armée de Lorraine. Ont été tués :
« 1° Nicole Sanson, dans la tour du château ;
« 2° François Sanson, dans la grande chambre où est la chapelle ;
« 3° Claude Benoit dans la couture.
« Jacques Belot, charretier, a été assommé pour n'avoir pu porter
« la charge qui lui avait été imposée ; Claude Moussu, âgé de 18 ans,
« fut tué aussi, comme n'ayant pu porter la charge qui lui avait été
« bâillée.
« Enfin, du 15 juin au 31 décembre 1652 il est mort plus de soixante
« personnes et l'année suivante (1653), on a compté plus de cent décès
« à Combs-la-Ville » (1).

Le 11 juillet 1672 Claude-Charles de Gomer, sieur de Vaux-la-Reyne, héritier de Claude de Gomer, son père, rend au roi l'hommage pour ses fiefs de Vaux et Combs-la-Ville (2).

Puis nous voyons que Charles de Gomer fait bail à rente le 2 mai 1686 à Antoine Perrot, vigneron à Combs-la-Ville, de trois quartiers de vigne (3). Enfin, le 18 septembre 1689, Claude-Charles de Gomer fait aveu et dénombrement de Vaux et y décrit ainsi qu'il suit le lieu seigneurial (Voir le plan ci-après (*fig. 1*), extrait des Plans-terriers du marquisat de Brunoy de 1763. Il n'est que le tiers (réduit au quart) du plan que l'un de nous, M. Ch. Mottheau, a copié sur la minute déposée en l'étude de Me Humbert, notaire à Brunoy, et que les nécessités du volume de l'Association n'ont pas permis de reproduire en entier) :

« Le château de Vaux-la-Reyne ayant cour et basse-cour. Devant,
« consistant en corps de logis, chapelle, pressoir banal, cave, cellier,
« logement à fermier, écuries, étables, bergeries, granges, colombier

(1) Registres de la commune de Combs-la-Ville.
(2) *Archives nationales*, série P, 19, cote 354.
(3) *Archives de Seine-et-Oise*, série A, n° 679.

« à pied et derrière et à côté dudit château parterre, jardin et parc.
« Le tout clos de murailles et tenant d'un côté par bas au chemin qui
« va de Combs-la-Ville au moulin de Vaux, d'autre par haut, aux
« terres labourables, aboutissant d'une part sur des friches et d'autre
« sur le chemin de Vaux à Corbeil. Lequel château est le principal
« manoir dudit fief de Vaux-la-Reyne et où se doiventpayer et acquit-

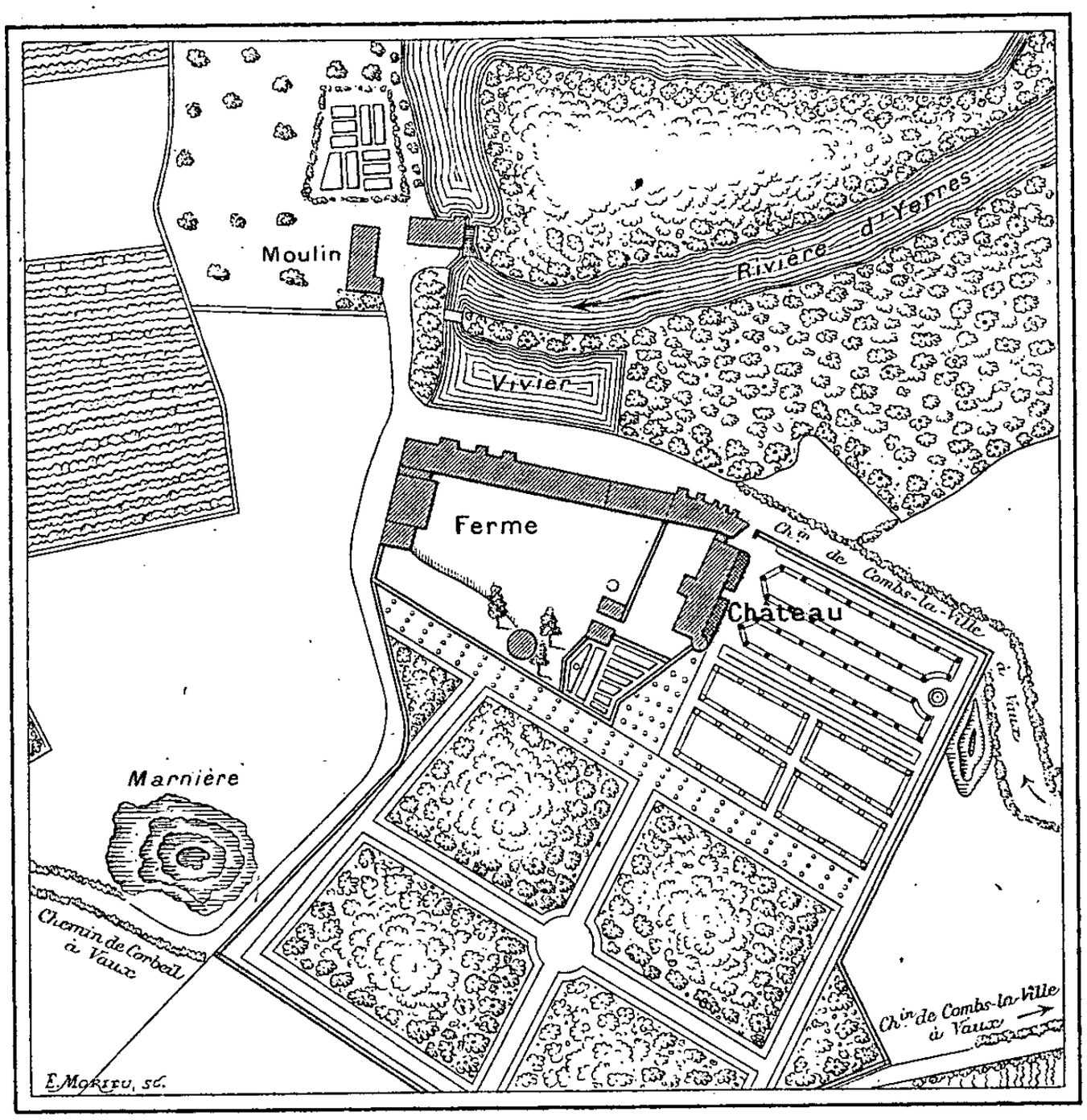


Fig. 1.

« ter tous les droits et redevances et où les vassaux desdites terres
« de Combs-la-Ville et de Vaux-la-Reyne sont tenus faire les fois et
« hommages et acquitter les droits et devoirs par eux dus.

« *Item*. Devant le château de Vaux un moulin à eau couvert en tuile,
« assis sur la rivière d'Yerres, avec droit d'écluses pour conduire
« l'eau audit moulin ; et celui moulin banal pour le regard du village

« et paroisse de Combs-la-Ville, et en outre ayant droit de chasse (1) « par tous les villages et lieux de la chatellenie de Corbeil et jusques « à la croix étant sur le pont dudit Corbeil. Un corps de bâtiment « appliqué en écurie et étable, gélinières avec greniers au-dessus, nou- « vellement construit et couvert en tuile; attenant ledit moulin la rue « entre deux.

« *Item.* Le lieu appelé les Bergeries de Vaux où fut autrefois une « grande ferme, quant à présent en ruines et masures et friches en « partie et en partie plantée en vigne, avec une aulnaye attenant « lesdites vignes et friches ; tenant au chemin tendant de Vaux à « Corbeil, aboutissant par haut au chemin tendant de Combs-la-Ville « à Quincy.

« *Item.* Un vivier, fontaine, aulnaye, ormes et saulsaye devant la « porte dudit château, contenant un arpent et demi environ, tenant « à la rivière.

« *Item.* Une île appelée l'île du moulin, contenant environ un « arpent, plantée en aulnaye et saulx (2). »

Charles de Gomer vendit ce qu'il possédait à Combs-la-Ville et Vaux à Jean-Charles Bernard, qui lui-même s'en défit par contrat devant Prieur et Caillet, notaires au Châtelet, le 10 juin 1698, au profit de Paul-Etienne Brunet de Rancy, qui en rendit hommage à Paris le 30 avril 1704 (3).

A la mort de Paul-Etienne Brunet de Rancy (19 août 1717), Marie Brunet devint dame de Vaux-la-Reyne. Mariée le 31 décembre 1711 à Louis-Henry-François Colbert, comte de Croissy, elle mourut, à l'âge de 49 ans, le 16 mai 1742 (4). Sa fille, Marie-Jeanne Colbert de Croissy, épouse séparée, quant aux biens, de François-Gilbert Colbert, marquis de Chabannais, vendit les terres et seigneuries de Vaux, Combs-la-Ville, Egrenay, Grande-Maison, Paloisel, les Tournelles et celles de Varennes par contrat du 19 février 1757, devant Melin, notaire au Châtelet, à messire Jean Pâris de Monmartel, garde du trésor royal, seigneur de Brunoy, moyennant cent quatre-vingt-dix mille livres (5).

Par lettres patentes du roi, données à Versailles en novembre 1757, enregistrées au Parlement le 5 juillet 1758, les terres de Brunoy,

(1) Chasser moutures, c'est-à-dire chercher des clients.
(2) *Archives de Seine-et-Oise*, série A, n° 670.
(3) *Archives nationales*, série P 21, cote 257.
(4) *Dictionnaire de la noblesse*. La Chesnaye des Bois, 2e édition, Paris 1770, t. III.
(5) *Archives de Seine-et-Oise*, série A, n° 807.

Mandres, Cerçay, Périgny, Boussy-Saint-Antoine, Epinay-sous-Senart, Varennes, Combs-la-Ville et Vaux-la-Reyne, furent réunies et érigées en marquisat, au profit de Jean Pâris de Monmartel, sous le titre de marquisat de Brunoy (1).

Pâris de Monmartel mourut à Brunoy, le 10 septembre 1766 (2), laissant son immense fortune à son fils unique Armand-Louis-Joseph, qu'il avait eu de sa troisième femme Marie-Armande de Béthune, morte à Paris le 14 mai 1772. On sait que les folies du jeune marquis de Brunoy entraînèrent son interdiction; mais, avant que cette mesure rigoureuse fût prise à son égard, en 1774, il vendit à Monsieur, frère du roi, comte de Provence, le marquisat de Brunoy, lequel réuni à celui de Grosbois, déjà possédé par ce dernier, fut érigé, en sa faveur, en duché-pairie, sous le titre de duché de Brunoy, par édit du mois d'août 1777, enregistré au Parlement le cinq mai 1778 (3).

Le comte de Provence, qui fut plus tard Louis XVIII, ayant émigré, ses biens furent saisis et vendus en 1793. Nous n'avons pu retrouver, ni aux Archives de Seine-et-Oise ni à celles de Seine-et-Marne, les procès-verbaux d'estimation et d'adjudication du château et des terres de Vaux.

Le château fut pendant la Révolution complètement rasé ; les bâtiments de la ferme, y attenant, en partie détruits et le sol rendu à la culture. Ils occupaient, sur la rive gauche de l'Yerres, une superficie d'environ 3 hectares, 2 ares, 96 centiares; les jardins et le parc s'étendaient sur le coteau appelé aujourd'hui le Verseau, dans le flanc duquel existe encore un souterrain, dont le propriétaire actuel, dans la crainte d'un accident, vient de boucher l'entrée. Ce souterrain comme en avaient presque toutes les demeures seigneuriales au moyen-âge, servait autrefois de refuge en cas d'investissement, de surprise et d'assaut.

Voici d'ailleurs les dimensions de la propriété de Vaux-la-Reyne, telles que l'un de nous (M. Ch. Mottheau) a pu les déterminer, en convertissant en mètres les mesures prises en perches linéaires de 20 pieds qui sont l'échelle du plan :

Bâtiment du château non compris la cour.	Longueur	29m	25	hors œuvre.
	Largeur	9	75	—
Cour du château.....	Longueur	40	60	—
	Largeur	16	25	—.

(1) *Archives de Seine-et-Oise*, série A, n° 670.
(2) *Etat-civil de la commune de Brunoy.*
(3) *Archives de Seine-et-Oise*, série A, n° 804.

Fossés..... Largeur 3m 25 (y compris le revêtement).
La tour avait 3m 90 de diamètre, hors œuvre.

Superficie du château, ferme et cours...	5.817	mètres.
— des jardins.....	6.244	—
— du parc.....	18.235	—

Superficie totale..... 3 hectares, 2 ares, 96 centiares.

III

En 1891, M. H. Pierron, pour mettre son terrain en culture maraîchère, en défonça le sol assez profondément. Il rencontra d'abord les anciennes fondations du manoir, faites de pierres blanches du bassin de l'Yerres, hourdées de mortier de sable doux et chaux grasse ; puis le carrelage à peu près complet d'une des pièces du château, formé de carreaux de terre cuite, à six pans, de fabrication relativement récente, au-dessous duquel, à environ 60 à 70 centimètres, se trouvait un autre carrelage, beaucoup plus ancien, composé de carreaux à 4 pans, de 12 centimètres de côté, en terre polychrome vernissée, ou avec empreinte d'un dessin en creux rempli par le vernis : les uns à fond noir, d'autres à fond rouge avec dessin blanc jaunâtre ou jaune soufre, d'autres encore unis et vernissés vert ou brun-noirâtre. Ces carreaux étaient assemblés quatre par quatre de même dessin et couleur, formant échiquier. Nous donnons ci-contre la reproduction photographique de quelques-uns de ces carreaux polychromes dont nous

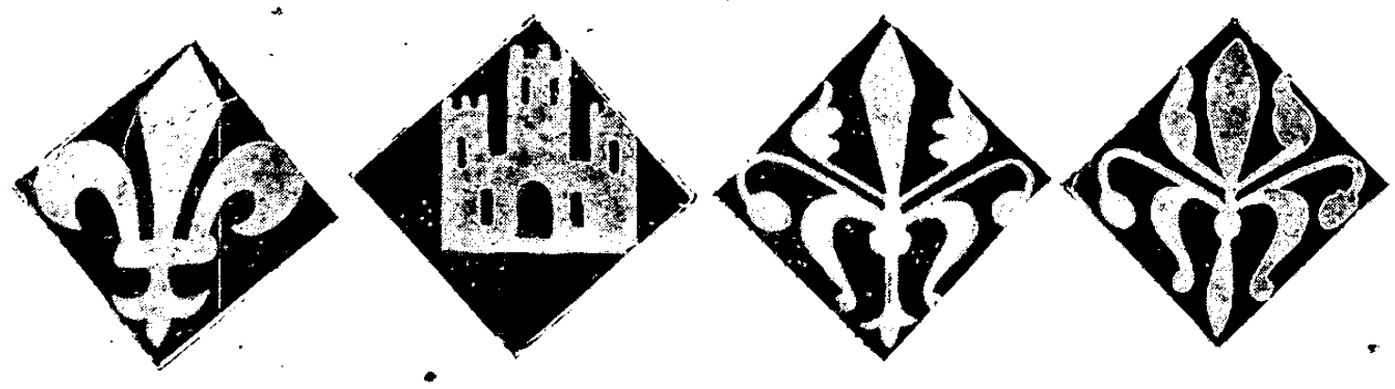


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

n'hésitons pas à fixer la date de fabrication au règne de Saint-Louis et, pour appuyer notre affirmation, nous ferons remarquer que le premier, dans les photographies, porte la fleur de lys de France, et le deuxième le château de Castille, qui se trouvent reproduits sur deux des écussons gravés sur la tombe de la comtesse de Poitiers *(fig. 2 et 3)*.

Les autres carreaux représentent : soit la fleur de lys florentine (*fig. 4* et *5*), soit des chiens ou bien un cerf, couru par lesdits chiens (*fig. 7* et *8*), soit un lion héraldique (*fig. 6*), une sorte de rosace ou marguerite (*fig. 9*), soit enfin un fragment de la bordure du carrelage (*fig. 10*).

Un examen attentif d'une centaine de ces carreaux que nous avons pu acquérir, nous fait croire qu'ils ne sortent pas tous de la même fabrique. Les uns sont en terre franche (argile jaune légèrement



Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 8.

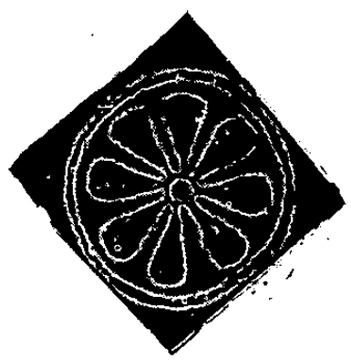


Fig. 9.



Fig. 10.

sableuse), additionnée d'oxyde de fer, pour obtenir un beau rouge à la cuisson ; le mélange, fait d'une manière peu intime, permet de reconnaître le procédé de fabrication. Les autres sont en glaise et sable doux ou bien encore en terre franche et glaise. Pour ces derniers, le mélange est tellement grossier, qu'il est impossible de s'y méprendre. Nous avons montré des échantillons desdits carreaux à un ancien ouvrier briquetier, homme intelligent, qui a longtemps travaillé dans la Brie et dans la Champagne, il a pleinement confirmé notre opinion.

A l'endroit où ce carrelage a été mis à découvert et sur chacune des pièces qui le constituent — carrelage que nous supposons être celui de la chapelle, par ce fait que parmi la terre et les gravois remués, se rencontraient des fragments de verre coloré (vitrail) qu'on a négligé de recueillir — M. H. Pierron a remarqué une couche assez épaisse de cendre ; de plus, les pierres de la face intérieure des murs avaient subi l'action du feu. Aucun doute ne peut donc subsister à l'égard des deux incendies du château.

Plus loin, perpendiculairement à la rivière, en continuant les travaux de défoncement du sol, M. Pierron est parvenu sur l'emplacement d'un ancien fossé du château, où il a trouvé quelques ossements d'animaux, entr'autres un métatarse de cerf, des débris de faïence et de poterie, que des amateurs se sont empressés d'emporter, enfin des fragments d'une fontaine monumentale en marbre blanc.

L'un de nous, M. Emile Rivière, a pu acquérir une de ces poteries, c'est-à-dire un de ces petits pots en grès du XIVe siècle, que l'on considère généralement comme des pots à onguents. A col court, à orifice étroit, à panse bombée fortement, ce petit pot, absolument intact, mesure 7 centimètres de hauteur.

M. Pierron n'a recueilli de la fontaine qu'un fût de colonne, son chapiteau et des statues dont les membres ont été mutilés et dont les têtes n'existent plus, soit qu'elles aient été complètement brisées ou qu'elles soient restées enfouies dans le sol.

Le fût de colonne porte sous le chapiteau deux écussons en bosse, reliés par des rubans et soutenus par un nœud du même ruban ; l'un aux trois fleurs de lys de France, l'autre écartelé d'Aragon et de Sicile. Pour mieux les étudier nous les avons surmoulés et nous donnons ici un dessin de ces moulages *(fig. 11 et 12)*.



Fig. 11.



Fig. 12.

Sur le chapiteau de cette colonne étaient assis trois personnages nus, trois hommes lançant l'eau par les organes génitaux qu'ils tiennent de la main droite, formant ainsi un triple Meneken-piss *(fig. 13)*.

La mutilation de ces statues comporte seulement la disparition des deux jambes avec les pieds, brisées au milieu du mollet. Les membres supérieurs sont entiers, intacts; pour l'une de ces statues la main gauche repose sur la cuisse du même côté ; pour la seconde ainsi que pour la troisième, cette main est appuyée sur le pubis.

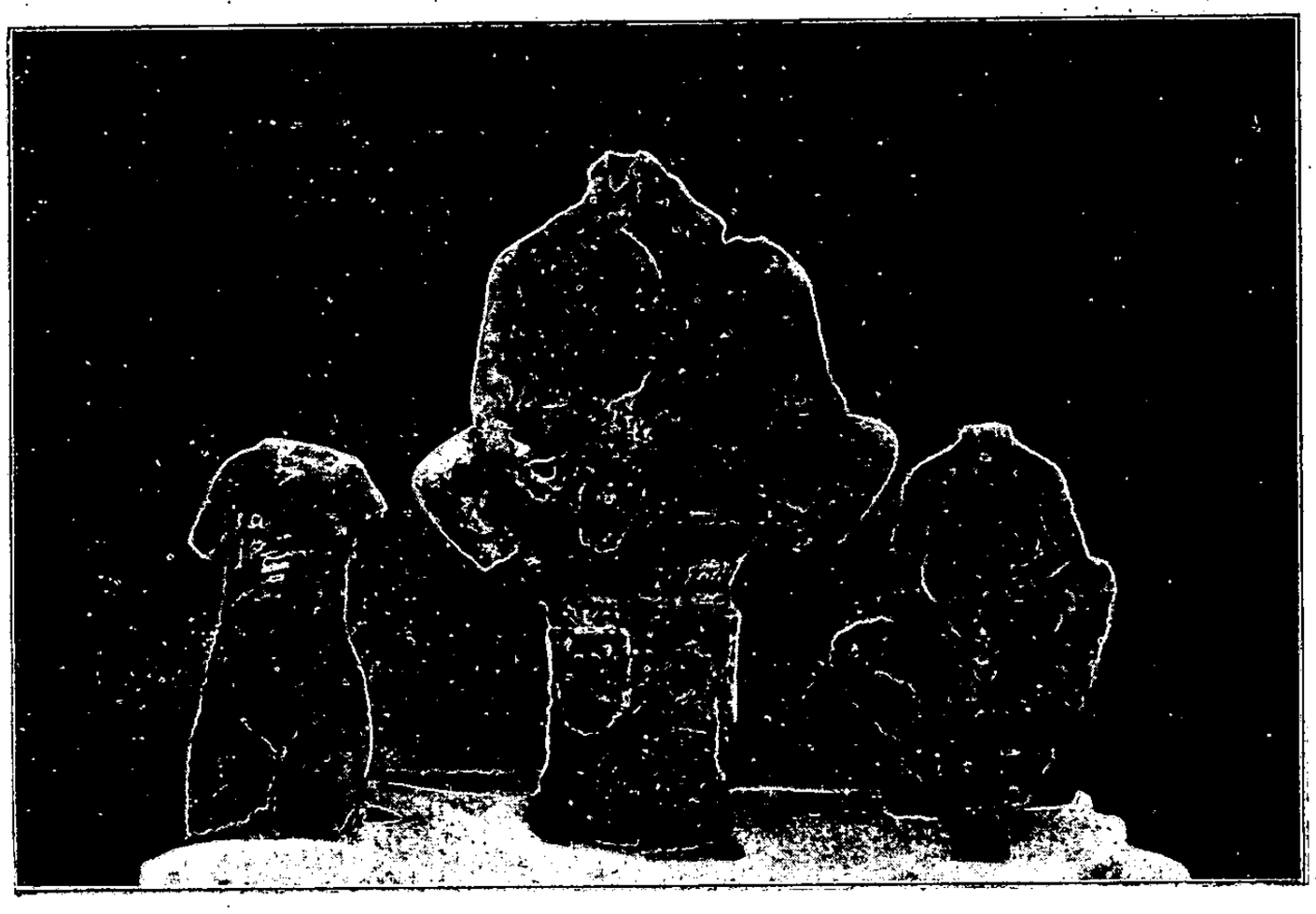


Fig. 13.

Avec ces restes, encore d'une belle conservation, comme le prouve le dessin ci-dessus, d'après une photographie que nous devons à l'obligeance de M. Henri Pierron (de Brunoy), on a trouvé une statue de femme en marbre blanc également décapitée aussi et dont les membres sont brisés, le membre supérieur droit au milieu du bras, mais la main droite est restée appliquée contre le thorax au-dessous du sein droit qu'elle semble presser ; le membre supérieur gauche un peu au-dessous de l'épaule ; enfin les membres inférieurs sont brisés à peu près au milieu des cuisses. Cette statue devait faire partie soit du groupe de la fontaine que nous venons de décrire, car une ouverture, pratiquée au milieu du mamelon du sein droit, indique qu'elle lançait l'eau par cette ouverture et non par les organes génitaux, soit d'une fontaine faisant pendant à celle-ci et dont aucun autre vestige n'a été trouvé jusqu'à présent.

Les nœuds de rubans qui forment l'attache des écussons, les rubans eux-mêmes qui les relient sembleraient indiquer l'époque de la Renaissance ; cependant, l'examen attentif des figures soulève l'indécision et fait songer à une époque bien antérieure. Nous croyons pouvoir affirmer qu'elle était placée soit dans la cour du premier château soit dans le parc qui en dépendait et nous pensons qu'elle remonte au temps où Vaux était possédé par Charles de Valois, c'est-à-dire vers la fin du XIII[e] siècle.

Les deux écussons reproduits ci-dessus nous donnent d'ailleurs une précieuse indication. L'un est certainement celui d'un fils de France qui vivait antérieurement à Charles VI ; car ce roi est *le premier* qui mit dans ses armes trois fleurs de lys seulement, avant lui l'écu de France en était semé. L'autre écusson serait celui de la princesse Marguerite de Sicile, sa femme.

Le Père Anselme (1), dans le passage ci-dessous, nous fixe du reste à cet égard d'une façon aussi certaine que possible et nous fait connaître les noms du prince et de sa femme et, par suite, l'époque à laquelle la fontaine a été érigée. Il dit en effet « que Charles, comte de « Valois, d'Alençon, de Chartres, du Perche, d'Anjou et du Maine, « fils puîné de Philippe III et d'Isabelle d'Aragon, est né en 1270, et « mourut le 16 décembre 1325, qu'il portait d'azur à trois fleurs de « lys d'or, qu'il fut marié à Corbeil, le 16 août 1290, à Marguerite de « Sicile, fille de Charles II, roi de Naples et de Sicile. Que les armes « de cette princesse étaient d'or à quatre pals de gueules, qui est « Aragon et d'argent à un aigle de sable qui est Sicile. »

Aucun doute ne nous paraît donc possible sur la date à attribuer à la fontaine de Vaux, car c'est entre 1290, année de son mariage, et 1297, époque à laquelle il céda Vaux à Geuffroy du Plessis, que Charles de Valois fit exécuter ce travail d'une originalité quelque peu gauloise.

Nous rappellerons que des souterrains, se dirigeant vers la forêt de Sénart et peut-être y débouchant, ont été mis aussi à découvert dans la propriété de M. Pierron ; mais complètement obstrués par des amoncellements de pierres, aucune fouille n'y a encore été tentée jusqu'à présent. Il serait intéressant cependant qu'ils fussent explorés.

---

(1) *Loc. cit.* t. 1[er], p. 94 et 132.

M. le Dr BERTRAND

A Noirétable (Loire).

IMPORTANT COLLÈGE DE DRUIDES DANS LA RÉGION DE NOIRÉTABLE

[299.6]

— Séance du 12 août 1897 —

Les monts du Massif Forez-Auvergne, magnifiques dans leur architecture naturelle et par la beauté des panoramas qui se développent à la vue du haut de leurs cimes, renferment encore sous la ramure de leurs arbres séculaires des curiosités archéologiques dignes d'attirer l'attention, car les vestiges des époques préhistoriques y foisonnent.

Ces vestiges, témoins muets d'une époque disparue, ont été protégés par les vastes forêts qui couvrent cette région montagneuse, d'une destruction qui s'est accomplie partout ailleurs.

Les monuments mégalithiques que l'on y rencontre à chaque pas se rattachent à toutes les époques de la vie celtique.

Les Celtes, venus en différentes fois des hauts plateaux de l'Asie (Iranie, Médie, etc.), se fixèrent dès leurs premières migrations sur le plateau central de la France (Forez, Auvergne, etc.) qui leur rappelait d'une façon frappante leur pays d'origine. Hommes fiers et intelligents, peuples de pasteurs et de guerriers, les Celtes aimaient la gloire et faisaient chanter par leurs bardes les exploits de leurs chefs dans les combats. Ces dispositions d'esprit les portaient tout naturellement au désir de survivre dans la postérité ; c'est dans ce but qu'ils ont élevé ces monuments mégalithiques que nous retrouvons encore debout ; ils ont été construits par les premiers Celtes ou hommes de la pierre à la mémoire de leurs plus vaillants chefs, et avec la secrète pensée qu'ils feraient l'étonnement et l'admiration de ceux qui viendraient après eux. Cette dernière préoccupation perce dans leurs paroles et on la retrouve encore à l'époque gauloise. Ecoutez-les :

« Galdmar, le chef puissant et brave, est mort ; les Celtes ont élevé « le monument du souvenir. Une jeune et belle fille clame d'abord le « *Vocero*, chant funèbre naïvement improvisé et fièrement jeté à « travers les vieux chênes de la forêt, pour dire à tous les mâles « vertus guerrières de celui qui vient de disparaître. Lorsqu'elle lui « a crié dans une espérance dernière : « Au revoir! Va nous attendre « au pays des esprits !. . A toujours! » les Bardes s'approchent à leur « tour ; debout devant le feu qui brûle, ils s'adressent en chœur au « monument et répètent d'une voix vibrante, comme s'ils voulaient « que l'écho s'en prolonge à travers les âges : « Pierres grises, vous « parlerez à ceux qui viennent à l'horizon des siècles et vous direz la « grandeur de leurs pères. »

Ce fier désir a été exaucé ; solides sur leurs assises, les pierres grises sont venues jusqu'à nous, et c'est avec une reconnaissance respectueuse pour ces lointains ancêtres que nous nous arrêtons devant elles et que nous contemplons l'effort colossal qu'ils ont fait afin de nous laisser les traces de leur passage.

La région de Noirétable, qui compte encore quelques-uns de ces monuments, est surtout riche en vestiges qui se rattachent à la religion celtique et druidique ; on peut y compter ces derniers par milliers.

Les monts du Massif Forez-Auvergne, dans la partie qui avoisine cette ville, offraient aux prêtres des cultes celtiques des retraites impénétrables et comme ils les affectionnaient. On sait que les Druides aimaient à s'enfoncer dans les profondeurs silencieuses des bois pour y vivre et y méditer dans un isolement farouche. Du fond de leurs retraites, ils dominaient par les mille ramifications d'une religion où se confondaient la plus haute philosophie et la plus profonde superstition sur la vie politique et religieuse de chaque district de la Gaule et de la Grande-Bretagne.

Ces montagnes leur étaient toutes désignées ; hérissées de hauts sommets, elles sont couvertes de forêts immenses qui tapissent de leurs feuillages et des aiguillettes foncées de leurs sapins le flanc des collines élevées, les plis sinueux des vallons et les gorges profondes des ravins : ils pouvaient donc y trouver d'inviolables asiles admirablement propres aux pratiques mystérieuses de leur énigmatique religion.

Il ne faut donc pas s'étonner si on y rencontre encore en aussi grand nombre des vestiges des temps préhistoriques. Il n'existe peut-être pas dans l'Europe occidentale un pays où les traces de ce passé soient aussi nombreuses.

A chaque pas, on se heurte à un monument mégalithique : menhirs, pierres branlantes, rocs à bassin, etc. Partout les rochers ont été polis, affectant toutes les formes ; des Celtæ, des indications telles que pieds ou figures d'animaux, mains et pieds humains sont gravés sur des blocs de granit ou des rochers, dans les champs, au milieu des bois, etc. Dans le bois de Cervières, par exemple, dont nous reparlerons plus loin, les blocs erratiques se touchent pour ainsi dire ; dans un espace de 200 mètres de côté, on peut en compter plus de 50, tous ont été travaillés. Les uns supportent des pierres branlantes, dont quelques-unes oscillent encore ; d'autres sont taillés en forme d'animaux ou creusés à leur partie supérieure de cupules, d'écuelles, de bassins, etc.

La quantité prodigieuse de ces pierres travaillées dans un rayon de 10 ou 15 kilomètres présente un caractère anormal ; il en ressort en quelque sorte le témoignage que dans cette région il existait autrefois un centre politique et religieux important, un collège de druides qui exerçaient leur influence sur une partie du pays des Segusiaves et des Arvernes.

Les Druides avaient de nombreux collèges dans toute la Gaule et la Grande-Bretagne ; celui que nous cherchions à reconstituer et qui jusqu'à ce jour est resté ignoré des savants, devait avoir une grande importance. En effet, comme nous l'avons déjà dit, nulle part on ne trouve réunis dans un cadre aussi restreint, en aussi grand nombre et aussi bien conservés, les monuments qui ont servi à perpétuer cette époque obscure.

Les plus beaux de ces monuments sont groupés dans un rayon de 7 à 8 kilomètres autour de Noirétable, ils se rapportent, en général, à la religion des Druides.

On sait que ce corps religieux se composait de trois classes : les Bardes, les Ovates et les Druides. Les bardes, poètes et musiciens, n'avaient pas besoin de temples ni d'autels pour exercer leur ministère ; les monuments dont nous allons tracer la monographie ne peuvent se rapporter qu'aux Ovates et aux Druides.

On sait que les ovates et les druides formaient deux ordres fort différents par les attributions et les fonctions religieuses qu'ils remplissaient.

Les ovates, prêtres du second degré, étaient chargés des sacrifices ; ils pourvoyaient à tous les besoins matériels du culte ; augures, ils prétendaient connaître l'avenir par les entrailles des victimes et par les oiseaux ; médecins, ils guérissaient leurs malades au moyen de pratiques occultes et par des philtres ; leur art tenait de la magie.

Les druides, placés au sommet de la hiérarchie sacerdotale, vivaient retirés au milieu de forêts impénétrables, ils n'avaient de relations qu'avec les ovates, leurs sous-ordres, et la haute aristocratie de leur pays ; tout homme qui rencontrait un druide devait se jeter immédiatement la face contre terre, les ovates eux-mêmes se retiraient respectueusement à leur approche. Le bois qu'ils avaient choisi pour demeure et dans lequel ils avaient élevé leur temple était sacré ; malheur à l'imprudent qui en franchissait l'enceinte, il lui en coûtait la vie.

Les ovates d'après cette organisation étaient beaucoup plus nombreux : ils exerçaient leur ministère au milieu du peuple avec lequel ils avaient de continuels rapports. Leur centre religieux était tout naturellement sous la surveillance immédiate des druides, et à une certaine distance de celui de ces derniers.

Nos recherches nous ont acquis la certitude que les druides avaient eu un collège important dans les bois qui portent aujourd'hui le nom de « Forêt de l'Ermitage »; nous ferons plus loin la description des gravures sur roches qui nous ont permis de découvrir leur antique retraite.

Nous allons suivre d'abord les monuments qui se rapportent aux ovates et qui ont été les témoins de leurs pratiques redoutables.

Un de leurs centres religieux d'une grande importance paraît avoir été Cervières : c'est aujourd'hui un gros village, chef-lieu de la commune du même nom, à 4 kilom. 500 de Noirétable ; autrefois la dénomination de Cervières était seulement appliquée à la petite montagne au flanc de laquelle est pittoresquement accroché ce village, dominé par un château féodal en ruines.

L'ancienneté de l'appellation et son caractère religieux se retrouvent dans l'étymologie du mot lui-même : en effet, Cervières dérive de Kerk'hier (faiseurs de cercles), qualificatif sous lequel on désignait souvent les ovates. Le cercle, dans la religion gauloise, symbolisait la vie, le ciel, Dieu, l'infini, en un mot toutes les conceptions du sentiment philosophique et religieux. A défaut d'une étymologie toujours incertaine, il resterait quand même établi que cette montagne a joué un certain rôle dans le culte celtique par les nombreux monuments qui avaient été édifiés aux alentours et dont nous pouvons encore interroger les restes.

Le plus important de ceux qui subsistent se trouve au sud de Cervières, à mi-chemin de Noirétable, sur le versant d'un monticule appelé la Baronnie. Il se compose d'une série de rochers juxtaposés qui forment un autel de 60 mètres de longueur, 30 de largeur et de

3 à 4 mètres de hauteur environ ; le grand axe est orienté au sud. Plus de soixante cuvettes sont creusées dans ces roches, les unes arrondies, les autres allongées elliptiques, d'autres à échancrures ; leur dimension varie de $0^m,10$ à 1 mètre de diamètre et de quelques centimètres à 1 mètre de profondeur. Dans l'une d'elles, qui est très rapprochée du centre, un homme peut se coucher sur le dos, la face relevée et tournée vers l'orient ; plusieurs affectent la forme d'un fauteuil de bureau dans lequel on peut s'asseoir très commodément.

Le monument est complété par une pierre branlante, si bien équilibrée sur le rocher qui lui sert d'assise, que la moindre pression suffit à lui imprimer une oscillation très apparente. A sa partie supérieure, du côté sud, elle porte une grande échancrure en forme de cuvette, à

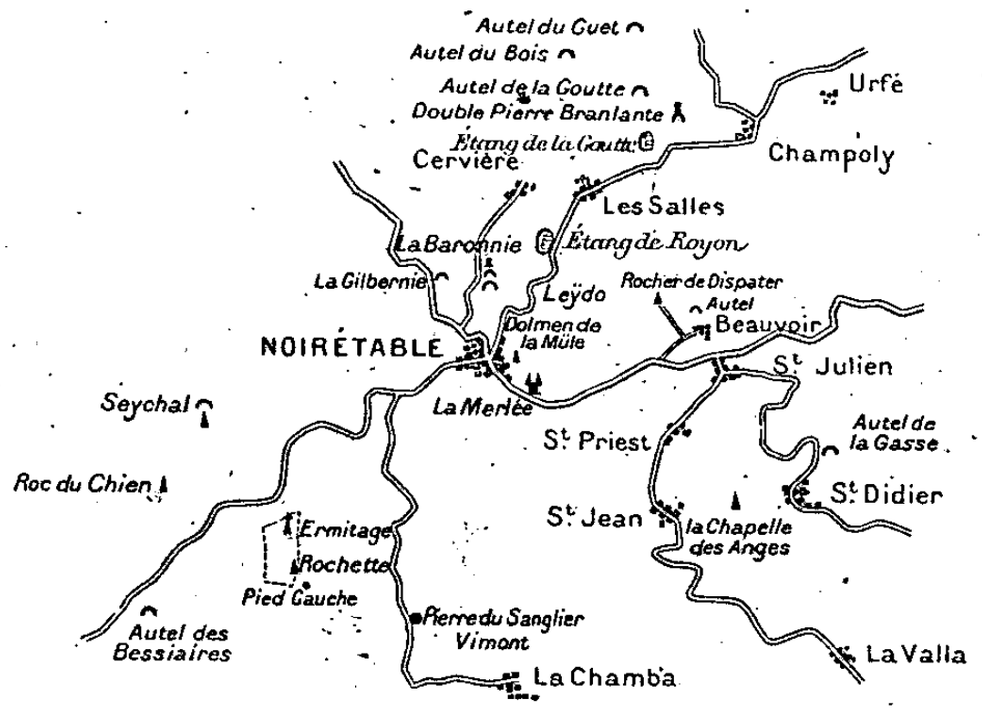


FIG. 1.

l'intérieur de laquelle sont creusées deux petites cupules. Nous croyons que ce monument est unique dans son genre.

A quels usages, à quelle pratique religieuse était-il destiné ? De combien d'hécatombes sanglantes n'a-t-il pas été l'instrument passif et inerte ! Il a gardé jusqu'à ce jour le secret des croyances de nos ancêtres, et, en le contemplant, on est tenté de lui crier, comme l'abbé Mahé aux roches de Carnac : « Pierres grises, parlez donc ! »

En l'examinant, nous avons acquis la conviction que nous nous trouvions en présence d'un grand autel des ovates ; eux-mêmes devaient habiter dans son voisinage. Les cuvettes étaient destinées aux différentes pratiques des rites usuels : les unes servaient aux ablutions des druidesses avant le sacrifice et à celles des ovates

après la cérémonie: les druidesses, en effet, après s'être purifiées dans l'eau lustrale et couronnées de verveine, faisaient des ablutions sacrées sur le sacrificateur et la victime.

Les autres étaient employées à recueillir l'eau de pluie ou celle qu'on allait puiser à la source sacrée et dans laquelle on faisait tremper le gui, ce verlom qui recélait toutes les propriétés curatives; dans d'autres, les ovates faisaient macérer l'hysope qu'on ne trouve dans nos montagnes qu'à Cervières, ou l'arnica qui croit en abondance dans une vaste prairie au milieu de la forêt de l'Ermitage. Ils attribuaient à cette macération des effets médicaux qui la rendaient l'objet d'une pieuse vénération. En dehors de ces effets médicaux, cette eau devait être employée pour les sortilèges, les enchantements, etc. Enfin, quelques-unes de ces cuvettes étaient destinées à recueillir le sang des victimes, les entrailles arrachées et palpitantes, et les organes essentiels, par lesquels ces devins prétendaient tirer des augures, des présages et toutes sortes de divinations ; au centre, l'autel est très bien aplani, les ovates devaient y dresser les bûchers où se consumaient les cadavres des victimes et quelquefois des morts ; une petite montagne qui se trouve à l'est de l'autel nous confirme dans cette opinion; les paysans l'appellent le « Lit d'os ». Ils tiraient des augures de la pierre branlante, qui est édifiée à côté, en la faisant osciller suivant les circonstances et les besoins de la cause, avec une frauduleuse adresse, elle était pierre d'épreuve et leur permettait de rendre une justice distributive avec l'apparente et illusoire complicité de leurs dieux.

Le monument était complété par des enceintes, dont il reste encore aujourd'hui quelques traces. Sans sortir de ces enceintes on trouve, au sud-est, un petit monticule en forme de tumulus naturel, au sommet duquel on accède par un petit escalier cabirique de douze marches taillées dans le granit, qui vont s'élargissant en augmentant de hauteur, à partir de la base. La marche inférieure a $0^{m},20$ et la supérieure 1 mètre de largeur. Cet escalier aboutit à une petite plate-forme limitée au sud par une pierre plantée de champ. Elle est aussi entourée d'une petite enceinte.

Le caractère sacré de cet autel nous est aussi révélé par une source qui prend naissance au fond de la vallée, près des limites de l'enceinte, et qui alimente l'étang de Royon (Riou, ruisseau et yon, soleil ; yon désigne encore en Irlande Dieu et le soleil, il eut jadis la même signification dans les Gaules); la source sacrée constituait un élément indispensable dans les rites religieux.

Il est encore attesté par un alignement de trois ou quatre kilomètres de pierres plantées qui commencent au sud-ouest, au pied

d'un dolmen détruit depuis une quinzaine d'années, et aboutit, au nord-ouest en passant par l'axe de l'autel de la Baronnie, au Calvaire de Cervières, chapelle construite sur un monument druidique.

Le monument de la Baronnie, quoique le plus important autel druidique de la région, n'est pas le seul ; il existe, aux alentours de Cervières, plusieurs groupes de rochers à cuvettes que l'on peut comparer à de petits sanctuaires et qui devaient jouer un rôle dans les pratiques courantes de la religion gauloise. Nous allons suivre quelques-uns de ceux qui offrent des particularités originales.

D'abord, entrons dans le bois du Guet. Ce bois couvre une montagne qui s'élève à pic au nord de Cervières ; cette montagne renferme une demi-douzaine de rochers à écuelles ; une de ces pierres présente ce caractère particulier que les trois cuvettes qu'elle porte ont été creusées sur la paroi verticale et toutes orientées au sud. Au sommet de la montagne même, on trouve encore un rocher à cuvettes, complété d'une pierre branlante ; en dehors de sa destination religieuse, ses formes et le nom de la montagne permettent de supposer qu'il devait servir à des feux d'avertissement qui annonçaient aux populations agitées et attentives les grands événements, tels que les déclarations de guerre, les victoires, les défaites, les appels aux armes. Cette montagne était aussi une de celles où veillaient les huppeurs (crieurs) qui, par la voix ou au moyen du feu, transmettaient les nouvelles de sommets en sommets, d'un bout à l'autre du territoire ; elle correspond, en effet, à l'Ouest à 5 kilom. ; à vol d'oiseau, avec une autre montagne du même nom, et à l'Est avec un monticule qui porte un monument semblable.

A l'Est de Cervières, au-dessus de l'étang de la Goutte, nous nous trouvons encore en face d'un sanctuaire important : Il se compose d'une pierre branlante qui a glissé sur son assise et à laquelle on ne peut plus imprimer d'oscillation, et d'un rocher à cuvettes en pente, de 7 à 8 mètres de longueur sur 4 de largeur, formant avec l'horizon un angle de 8° ; une des cuvettes a la forme d'un fauteuil de bureau ; elle mesure un mètre de profondeur et un mètre de diamètre environ ; cet autel, de moindres proportions que celui de la Baronnie, se distingue de ce dernier par trois profondes rigoles, creusées dans la longueur du rocher et qui relient les écuelles entre elles ; les écuelles elles-mêmes, moins nombreuses il est vrai, sont plus profondes et plus grandes qu'à la Baronnie, on peut donc en conclure que cet autel devait servir à des sacrifices de grands animaux, tels que des bœufs et des moutons.

En gravissant la montagne, dans la direction de l'Est, après un parcours d'un kilomètre environ, on atteint un vaste plateau, couvert de chênes ; on peut y voir une double pierre branlante, c'est-à-dire deux pierres superposées et qui oscillent toutes deux ; l'inférieure, plus petite, a 1m,50 de hauteur, la supérieure a 2 mètres; elles ont 3m,50 de longueur, et leur grand axe est encore orienté au sud.

Les rochers à cuvettes sont, au reste, en nombre prodigieux dans les montagnes qui dominent l'Etang de la Goutte et le circonscrivent en amphithéâtre au Nord, à l'Ouest et à l'Est. Ces monts, couverts de bois de chênes, de hêtres et de sapins, donnent naissance à un ruisseau qui alimente l'étang; et la partie de la forêt dans laquelle il coule s'appelle Boisrizolle, c'est-à-dire bois et ruisseau du soleil (Bost ris Eoll). Les Gaulois, comme les Grecs primitifs, adoraient le soleil sous plusieurs noms ; ceux-là le désignaient par Ion ou Eoll, suivant qu'il symbolisait la lumière ou la chaleur.

La forêt et le ruisseau étaient donc consacrés au culte du soleil. C'était probablement dans ce bois que les Druides venaient couper le gui, de même qu'ils allaient à Cervières cueillir l'hysope et l'arnica à l'Ermitage.

On peut encore voir d'autres petits sanctuaires : 1° près du hameau de la Gilbernie à 1.500 mètres de l'autel de la Baronnie ; 2° à la Merlée, en patois Marlho (Maro, mort, lieu de la mort), entre Noirétable et Saint-Julien ; 3° à Beauvoir, près de Saint-Julien-la-Vêtre, et enfin à la Gasse sur la route de Noirétable à Saint-Didier-sur-Rochefort et à 2 kilomètres de ce village.

Celui de Saint-Julien-la-Vêtre, situé près du village de Beauvoir, est remarquable par sa pierre branlante que supportent, en forme de dolmen, 2 pierres verticales sur lesquelles elle oscille en parfait équilibre. Ce trilithe est unique en ce genre; sa longueur est de 5 mètres ; il a plus de 2 mètres de hauteur et 3 mètres de largeur ; de l'autel il ne reste que quelques vestiges. Les pierres ont été employées à la construction du village voisin.

C'est à 500 mètres à l'Ouest de cet autel que nous avons découvert le dolmen le plus curieux de la région. Le mégalithe qui lui sert de table, orienté au Sud et de mêmes dimensions que la pierre branlante, présente à sa surface supérieure trois rangées de cuvettes : deux au plan supérieur et trois au plan moyen qui communiquent par leurs échancrures, et à la partie inférieure, une cuvette qui se déverse dans deux autres. La paroi verticale au Nord est couverte de figures géométriques en relief, plus ou moins régulières, triangles, cubes, polygones, et la chambre, au Sud, est occupée par un œuf

colossal d'un mètre de longueur, bloc erratique qui a été transporté dans cet antre, pour indiquer probablement la destination de ce monument qu'il complète.

Il est reconnu que tout rocher était consacré à une divinité, *(nullum sine numine saxum)* et que le Dieu préféré de nos ancêtres, celui pour lequel ils témoignaient la plus profonde vénération, le plus grand et en même temps le plus populaire, c'était le Dieu que César appelle *Dis pater*, le père des Gaulois, « *a quo se prognatos* » (Galli) *prædicant* (Bell. Gall VI). Il était considéré comme le souverain maître du ciel et de la terre. De là, ce culte public dont nous trouvons des preuves si nombreuses et significatives sur toute l'étendue du territoire de la Gaule. Tous les monuments qui lui sont consacrés, toutes les stèles, les bas-reliefs qu'on a découverts en aussi grand nombre, dans toutes les parties de la France, le représentent portant l'Olla dans la main droite et dans la gauche le marteau de la foudre. Ces données établies, l'interprétation des signes symboliques qui se trouvent sur ce dolmen, se simplifie. Ici, les cuvettes remplacent les vases ollaires, et les figures de la paroi verticale sont des carreaux de la foudre. Ce monument était dédié à Dispater et si des doutes subsistaient encore, ils seraient promptement dissipés par la présence sous le rocher de l'œuf cosmogonique, régulièrement ovoïde. L'œuf, en effet, a joué un rôle des plus importants dans les conceptions théogoniques des religions de l'Orient et de la Gaule. Il symbolisait l'idée de création, et, sous ce mégalithe, il nous rappelle l'attribut procréateur de Dispater.

Les lapicides qui ont sculpté pendant l'ère gallo-romaine les stèles de laraire, les bas-reliefs, etc., qui représentent cette divinité et qu'on a retrouvés principalement dans la vallée du Rhône, à proximité de notre région, ont dû s'inspirer des signes gravés sur des rochers semblables à celui de Saint-Julien-la-Vêtre, pour faire reconnaître, par ses attributs symboliques, la divinité qu'ils représentaient sous des traits humains.

Enfin, il existe autour de Noirétable, dans un rayon de 10 à 12 kilomètres, une vingtaine de sanctuaires ou autels avec pierres branlantes, plus de mille rochers à cuvettes et un nombre considérable de pierres branlantes isolées. Nous connaissons l'usage des autels, Henri Martin, le grand historién national, a donné la définition symbolique des pierres branlantes ; elles représentaient les bases mêmes de la religion druidique, en effet, dans la première triade, la théologie druidique dit : Il y a trois unités fondamentales et de chacune d'elles il ne saurait y en avoir deux : 1° un Dieu, 2° une

vérité, 3° un point de liberté, le point où se trouve l'équilibre de toute opposition. Comme ils ne pouvaient représenter Dieu que, d'après leur théologie, nul être humain n'avait vu, que d'autre part la vérité est une abstraction intangible à représenter, ils figuraient le point d'équilibre de la liberté humaine par la pierre branlante qui symbolisait, en même temps que la base de leur foi religieuse, le plus grand des droits de l'humanité, la liberté, en enseignant aux peuples que la liberté des uns est limitée par la liberté des autres et que l'harmonie, dans la vie humaine, consiste à chercher entre tous le parfait équilibre dans l'exercice de ce droit.

H. Martin, qui a conçu cette théorie, a voulu mettre en lumière la concordance, la relation symbolique entre l'équilibre des pierres branlantes et la liberté humaine qui ressortaient de l'enseignement des Druides ; mais telle n'était pas la destination primitive de ces pierres oscillatoires qui avaient été érigées longtemps avant la venue de ces réformateurs dans la Gaule. Elles étaient employées, avant les Ovates, par des prêtres magiciens, sorciers Celtiques ou Touraniens, pour rendre des oracles, où la fraude jouait le grand rôle, et surtout comme pierres d'épreuves dans les débats de justice. Elles étaient donc surtout un moyen d'exploitation de la crédulité et de la superstition populaires.

La plupart présentent à leur sommet ou sur leur rebord une ou plusieurs cuvettes qui en déterminent la destination ainsi que celle de tous les autres rochers sur lesquels sont gravés ces vases emblématiques.

Quelle pouvait bien être leur signification religieuse ? Quelle valeur symbolique y attachaient les Gallo-Celtes ?

Il est probable d'abord que les Celtes avaient édifié leurs demeures dans leur voisinage. La hutte du Gaulois devait s'élever même, dans bien des cas, contre la paroi du rocher sur lequel l'homme taillait alors le signe symbolique de son culte, afin d'obtenir la protection de la divinité. Or, le Dieu protecteur du clan, bienveillant et paternel, c'était *Dispater*, dont le culte, tout imprégné de piété filiale, était presque universel en Gaule. Les rochers à cuvettes devaient vraisemblablement lui être consacrés.

En effet, les Celtes se représentaient la Divinité sous le voile du symbole et par la simple figuration de ses attributs. Par les carreaux de la foudre, ils attestaient sa puissance céleste, *imperium, cælestium ;* par les cuvettes ou vases ollaires, ils figuraient l'Ordonnateur des phénomènes terrestres, qui préside à la fertilisation et à la reproduction des germes.

« L'Olla, dit Flouest (1), est un emblème de fécondité. Il est le symbole de l'eau, facteur si important dans les mystérieuses opérations de la constitution du monde; c'est le récipient du principe de l'humidité génératrice, qui occupe une place de premier ordre dans les conceptions théogoniques des vieilles religions de l'Orient. Il était malaisé de trouver une forme sensible qui fût exactement représentative de l'élément fluide, insaisissable dans son essence et indéfiniment variable par nature; on a tourné la difficulté, en figurant le contenant usuel, pour rappeler le contenu. »

Les Gaulois, en creusant sur les rochers les emblèmes des attributs du Dieu de la terre : cuvettes, cupules, bassins, mettaient sous sa protection leur cabane, leurs champs, leurs troupeaux. N'est-ce pas au même mobile qu'obéissent, depuis l'établissement du christianisme, nos montagnards qui plantent une croix au milieu des champs qu'ils ont ensemencés et sur le faîte de la maison dont ils ont terminé la construction et qui font bénir leurs troupeaux le jour de la fête de saint Jean-Baptiste ou de celle de saint Roch ?

Le nombre de ces rochers tutélaires devait être en rapport avec celui des habitations, tandis que ceux qui symbolisaient le même Dieu dans la plénitude de sa puissance, en tant que maître du ciel et de la terre, devaient être restreints aux lieux sacrés et à proximité des autels. C'est pour ce motif que les statuettes de l'époque gallo-romaine, destinées aux laraires, représentaient Dispater avec l'Olla et le marteau. Mais l'Olla, ainsi que le remarque Flouest, est le plus constant de ses attributs, et lorsque le temps en a suffisamment respecté la conformation pour qu'on puisse le reconnaître, il acquiert la valeur d'une pierre de touche et dissipe les hésitations.

Il est donc hors de doute que tous nos rochers à cuvettes étaient dédiés au Dieu suprême *et sans nom* de la religion gauloise, le Dispater de César, et leur nombre prodigieux, qui se chiffre par milliers, atteste la profonde vénération que lui portaient nos ancêtres aussi bien que la densité de la population.

Les rochers qui contribuent à former les autels, portent sur leurs parois des lignes gravées en creux, sans ordre de dispositifs, qui rappellent assez les lignes de la paume de la main et dont le sens nous échappe. Enfin, de nombreux rochers sont gravés de figures assez faciles à déterminer : sabots de cheval, charrues primitives, pieds d'animaux, etc. Sur un bloc erratique près de Saint-Didier-sous-Rochefort, on peut voir l'image d'un gîte de lièvre ; trois autres, distants de 4 à 6 kilomètres, portent l'empreinte de pieds nus

(1) Ed. Flouest. — *Deux stèles de laraire.*

ou chaussés de sandales dont la direction a été pour nous une révélation.

Plusieurs auteurs, entre autres Cartailhac, ont remarqué de semblables empreintes de pieds sans en déterminer le sens. Nous avons pu, grâce au nombre considérable de vestiges druidiques qui subsistent encore dans ces montagnes et par l'orientation générale des monuments mégalithiques, retrouver leur sens précis.

Ce sont précisément ces empreintes, combinées avec l'orientation des sanctuaires, qui nous ont permis de déterminer, d'une façon certaine, le lieu où se réunissaient les druides, l'emplacement où ils avaient établi leur collège. Elles ont corroboré notre opinion et changé nos conjectures en certitude absolue.

Si les nombreux autels dont nous avons parlé attestent de tous côtés l'existence des Ovates dans la région, il n'en est pas de même pour les Druides.

On sait que ces philosophes spéculatifs avaient des croyances fort différentes de celles du peuple auquel ils n'avaient jamais pu faire accepter leurs conceptions religieuses. Pour assurer leur prépondérance et conserver la suprématie morale qu'ils avaient acquise, ils avaient dû laisser subsister le vieux culte polythéiste des Celtes, tout en reléguant les anciens dieux au rôle de satellites autour de leur Dieu unique, souverain créateur de l'univers.

Dédaigneux des croyances vulgaires, avec lesquelles ils étaient bien obligés cependant de compter, ils ne créaient pas d'autels de pierres dans leurs lieux de retraite. Retirés au fond de leurs Némètes (forêts), ils y construisaient simplement un temple auquel ils donnaient les formes circulaires de la Maison gauloise et qui était ouvert par le haut. C'est dans ces forêts qu'ils enseignaient à leurs disciples les sciences, la législation civile et les profonds mystères d'une religion dont la philosophie était bien au-dessus de celle des autres peuples de leur temps. Plusieurs auteurs grecs avouent eux-mêmes que les druides avaient été les initiateurs de leur nation à la science philosophique. Un vieux manuscrit irlandais, traduit en 1850, a jeté une vive lumière sur leurs conceptions philosophiques. Il nous a fourni les preuves que l'élévation de leur enseignement leur avait mérité les éloges des auteurs grecs.

Il ne faut donc pas ajouter foi aux légendes accréditées par certains écrivains de Rome qui nous les ont dépeints comme des sauvages sanguinaires, sans respect pour la vie humaine.

Ces mêmes auteurs sont d'accord avec tous les écrivains anciens pour nous apprendre que les Gaulois comptaient parmi les peuples les

plus riches de la terre. Cette situation prospère démontrerait seule que les Gaulois n'étaient point le peuple barbare et terrorisé par les druides qu'ils nous ont décrit. La vérité est, qu'en dehors d'un chauvinisme exagéré qui portait les Romains à considérer les autres peuples comme des barbares, ils avaient décidé la suppression des druides et l'anéantissement de leur belle philosophie monothéiste et humanitaire pour la remplacer par leur polythéisme symbolique grossier; ce n'était certes pas un progrès, c'était une réaction.

Les druides, et sous ce titre nous comprenons tous les ordres religieux de la Gaule, ne sacrifiaient pas de victimes humaines innocentes, et même l'histoire ne nous révèle aucun sacrifice de femmes. Les victimes humaines dont le sang était répandu sur leurs autels, étaient toujours des criminels condamnés en vertu de la législation pénale du temps. Comment des hommes, qui avaient un tel respect de la vie humaine qu'ils instruisaient parfois un procès pendant cinq ans avant de condamner un malfaiteur à mort, auraient-ils sacrifié un innocent? C'est inadmissible et tous les auteurs impartiaux de l'antiquité confirment notre raisonnement.

Les druides, dans leurs conceptions idéales de la divinité, n'admettaient point, comme nous l'avons déjà dit, les pratiques superstitieuses du peuple et n'élevaient rien de durable. Le temps et l'acharnement de leurs ennemis ont détruit tous leurs temples. Jusqu'aujourd'hui, il ne restait donc rien qui pût signaler au chercheur, en dehors des conjectures, un seul lieu de leurs nombreuses et antiques retraites. Plus heureux, nous avons pu, grâce aux nombreux vestiges qui émaillent la région de Noirétable, fixer d'une façon certaine l'emplacement de l'un de leurs collèges.

Par leur vaste savoir, l'influence de leurs enseignements et l'autorité politique qu'ils avaient acquise, les druides inspiraient une crainte religieuse très grande au peuple, qui vénérait leurs lieux de retraite à l'égal de la demeure des dieux.

Ils entretenaient habilement ce respect nécessaire au maintien de leur puissance et, pour cela, ils employaient tous les moyens et surtout les influences de la religion. Tous les autels, les sanctuaires, etc., devaient donc concourir à les grandir dans l'esprit du peuple en même temps qu'ils multiplaient les indications qui signalaient les Nemêtes sacrés à l'attention des fidèles.

Dans le pays qui nous occupe, nous avions remarqué que tous les autels des Ovates et les échancrures des cuvettes étaient orientés vers la forêt de l'Ermitage. Nous nous trouvions en face d'un fait trop général pour qu'il n'eût pas un sens; c'est un effet voulu qui

devait servir d'indication ; s'il en eût été autrement, nous aurions trouvé quelques orientations discordantes, mais nous les avons cherchées en vain ; la boussole pour tous ces monuments, a toujours donné la direction de cette forêt. Nous en avions conclu que l'Ermitage avait joué un grand rôle religieux chez nos ancêtres et que cette montagne avait dû renfermer un collège druidique important.

Lorsque les Druides vinrent s'établir en Gaule, au VI^e^ siècle avant notre ère, ils trouvèrent dans notre région autour de Cervières, un territoire qui réunissait toutes les conditions nécessaires à leur organisation sacerdotale : c'est-à-dire une population compacte, un centre religieux important. Ils comprirent le parti qu'ils pouvaient tirer de l'orientation S. S. O., dans la *direction de la voie lactée*; des autels, pierres branlantes, échancrures des cuvettes et de leurs lignes de convergence qui paraissaient aboutir à la forêt qui est désignée aujourd'hui sous le nom de l'Ermitage. De là ils dominaient toute la contrée et ils pouvaient, au moyen de feux avertisseurs, faire des signaux facilement interprétés et transmis à la fois dans toutes les directions. Vers eux en retour convergeaient toutes les prières, qui pour être agréées par la Divinité, devaient lui être transmises par leur intermédiaire. « Car les prières et les sacrifices, dit Diodore, pour être agréables aux Dieux, ne peuvent être offerts que par l'intermédiaire de ces hommes qui connaissent la nature divine et sont en quelque sorte en communication avec elle. »

Les pratiques religieuses qu'ils n'avaient ni importées ni propagées, qu'ils avaient tout au plus régularisées, ont laissé dans l'esprit de la population, qui en a fait, de temps immémorial, remonter l'origine aux Druides, un souvenir vivace et ineffaçable.

Cette survivance de druidisme est une des meilleures preuves de l'existence, dans nos montagnes arverno-foréziennes, de cette puissante corporation sacerdotale.

Une vieille église, bâtie par les premiers chrétiens au centre de la forêt, au milieu d'un grand pré dont la verdure tranche comme une oasis sur la tonalité sombre des sapins qui l'entourent, nous fortifie dans cette opinion. Pourquoi auraient-ils bâti ce temple du culte nouveau dans ce lieu désert et élevé, s'ils n'avaient voulu obéir aux prescriptions des Pères de l'Eglise qui leur recommandaient d'édifier les églises sur les ruines des temples païens ou de se servir du temple lui-même, s'il était propre au service du nouveau culte ? Cette vieille église, en ruine aujourd'hui, marquait, pour nous, l'emplacement du temple druidique.

Les moines, qui, au XVIe siècle, transportèrent leur chapelle et construisirent un monastère à 800 mètres de là, avaient évidemment perdu la tradition du lieu et alors ils obéirent à un sentiment fort humain, l'attraction du site.

Le couvent qu'ils ont construit s'élève sur le point le plus attrayant de la forêt ; il est bâti à 1.100 mètres d'altitude, sur les contreforts et presque au sommet d'un rocher, coupé à 100 mètres à pic sur les flancs de la montagne. De cet endroit élevé l'œil embrasse un panorama magnifique qui s'étend par-dessus les plaines du Forez jusqu'aux confins du Rhône et de l'Isère. Sous les pieds du spectateur, l'immense forêt de sapins se déroule à travers les monts et les vallées qu'elle couvre d'un tapis toujours vert. Le spectacle est inoubliable pour le visiteur. Si les premiers chrétiens n'avaient pas obéi à des considérations d'ordre religieux il est évident qu'ils auraient construit leur église à l'endroit où nous la voyons aujourd'hui.

Ce raisonnement a été pleinement confirmé par les empreintes que nous avons découvertes et dont nous avons déjà parlé. Nous en connaissons actuellement onze, disséminées au Sud, à l'Est et à l'Ouest et distantes les unes des autres de 1.500 mètres, à 7 kilomètres en ligne droite.

La première, qu'une légende pieuse attribue à une intervention de la Vierge, est creusée au sommet d'une masse de rochers superposés qu'on désigne sous le nom de Rochettes (petits rochers) et qui se dressent sur le col d'une montagne qui limite les départements du Puy-de-Dôme et de la Loire. Sur la plate-forme à laquelle on accède, en s'aidant des pieds et des genoux, par un escalier de blocs énormes et fait pour des géants, on aperçoit d'abord un bassin quadrangulaire, et à côté, l'empreinte de la partie supérieure d'un corps humain, à l'O. celle d'une cuvette et au N. O. enfin, masquée par un rocher, celle d'un pied chaussé de sandales. La forme n'indique ni le pied gauche ni le pied droit ; la pointe est dirigée au S. S. O. et l'axe prolongé en arrière, à 2 kilom. au N. O., traverserait le centre de la forêt de l'Ermitage.

Si, du pied de ce rocher, on se dirige à l'Est, après un parcours d'un kilom., on arrive à une large dalle qui pave le chemin et sur laquelle est gravée l'empreinte d'un pied gauche, orientée au S. E., le prolongement de l'axe au N. O. passerait à 1.500 mètres à l'E. de la même forêt.

En suivant ce chemin pendant 2 kilomètres on aboutit au point culminant (1.200 m.) de la route de Noirétable à la Chamba. Sur l'accotement de la route on aperçoit une grosse pierre qui attire tout

de suite l'attention par les nombreuses gravures qui la couvrent. Son extrémité amincie représente une tête de sanglier orientée à l'occident ; sur la partie postérieure, au milieu de nombreuses gravures, on distingue les empreintes à angle droit de deux pieds, le droit et le gauche, dont les talons se confondent pour n'en former qu'un seul un peu plus large que ne le comportent les dimensions de ces extrémités plantaires ; le premier est orienté au S. E., l'autre au N. E. Leurs axes respectifs, prolongés en arrière, passeraient à 2 kilomètres à l'E. et à l'O. de l'Ermitage. Parmi les autres empreintes gravées sur cette pierre, l'une d'elles est taillée de telle sorte que la partie de la main droite comprisé entre le pouce et l'index s'y adapte parfaitement et, alors, le pouce donne la même direction.

On trouve une quatrième empreinte à 5 kilom. environ, à l'E., dans la commune de Saint-Jean-la-Vêtre, sur un monticule mousseux, où a été érigée une chapelle appelée Chapelle des Anges. Elle figure le pied droit, dont l'axe, orienté au S. O. et prolongé, aboutit près du rocher de Vimont, à 4 kilom. à l'E. de la montagne de l'Ermitage.

Pour trouver les autres empreintes, il faut franchir toute la région occupée par les sanctuaires et arriver au N. O., au village de Seychalles, commune de Viscomtat. Ce village est bâti près d'un plateau couvert de blocs erratiques énormes qui le rendent impropre à toute culture. Il est même problable que jamais la pioche du paysan n'en a défriché le terrain. En examinant attentivement l'état du sol, on acquiert vite la conviction que ce plateau d'une surface de deux hectares environ a porté un pagus gaulois. Près de chaque rocher, le sol est déprimé ; ces dépressions ont toutes une forme circulaire et leurs dimensions, fort variables, s'étendent de 3 à 5 mètres. Une petite moraine, qui en marque les contours et qui est le seul vestige apparent de la construction, achève de lever les doutes. Des fouilles habilement pratiquées donneraient peut-être quelques résultats intéressants.

Sur un petit rocher, difficile à trouver au milieu de tous les blocs qui l'environnent, on aperçoit l'empreinte du pied droit dans la direction du pic de Vimont et dont l'axe passerait à une distance de 1.500 mètres de l'Ermitage.

Si de ce village on suit, pendant 1.500 m., à l'O., une voie romaine qui aboutit au col de la montagne de Fontbonne, on arrive au point d'intersection de cette voie et d'un sentier qui se dirige vers l'Ermitage, près d'une agglomération de petits rochers appelée Roc du Chien. Ces rochers, couverts de gravures, semblent avoir abrité une station celtique ou un pagus gaulois. Mais, à part les gravures, le sol

ne révèle rien qui puisse appuyer cette conjecture, si ce n'est la voie romaine qui passe près des rochers et dont le but ne paraît pas bien défini, si on en écarte celui de desservir cette station. Les blocs épars autour du rocher paraissent provenir de ce dernier qui a été démoli de main d'homme. Il semble donc que les Romains avaient construit cette voie dans le but de se porter rapidement sur ce point, et ce sont sans doute eux-mêmes qui ont démoli le rocher objet de la piété gauloise.

Entre ces nombreux signes et empreintes gravés sur les roches qui font encore partie de l'agglomération, on peut voir sur une dalle deux cupules et l'empreinte du pied gauche dont la pointe est tournée au S. O. dans la direction du bourg de Vollore-Montagne, et, sur deux rochers adjacents, trois empreintes de pieds gauches; l'un est tourné au S. O. et les deux autres au N. O.; leurs axes prolongés passent à 1.500 mètres du point cherché.

Les deux dernières empreintes de pieds que nous ayons pu vérifier sont creusées sur deux masses de rochers qui forment un autel druidique avec pierres branlantes et qui sont situées sur le flanc S. O. des monts du Forez, près du hameau des Bessières, à 2 kilom. de Vollore-Montagne et à 1.500 mètres de l'Ermitage; elles représentent le pied droit. L'une est gravée sur l'autel et son axe se dirige au N. E., l'autre est gravée sur une pierre branlante, à forme de dolmen, à côté d'un grand bassin ovoïde, très régulier, dont la longueur est de $1^m,40$ sur $0^m,50$ de profondeur. La plante du pied, dégradée par les pluies, n'est pas facilement reconnaissable, le talon est caractéristique. Entre cette figure et le bassin sont creusées deux petites cupules. La première empreinte est taillée dans la paroi d'une cuvette, pour indiquer aux initiés que le sanctuaire était situé sur le versant opposé de la montagne.

Comment coordonner ces directions qui, toutes, aboutissent à des points différents? Il est cependant hors de doute que ces empreintes, placées sur les voies de communication, aux croisements des chemins devaient indiquer un lieu consacré, un sanctuaire de grande importance. On sait, en outre, que la figure du pied avait, pour les Gaulois, la même signification que nous donnons aujourd'hui à l'index de la main droite en extension, les autres doigts fléchis.

Mais, tandis que l'index désigne toujours le but à atteindre, les empreintes de pieds que nous avons vues ne donnent, en apparence, qu'une indication fausse. En effet, leurs axes se prolongent à quelques kilomètres à l'E. et à l'O. de l'Ermitage et ils n'aboutissent à aucun monument ou à aucun point de quelque importance. Il semble

que ces empreintes ont été gravées pour égarer les étrangers qui n'étaient pas initiés aux coutumes des Gaulois et rendre impossible aux profanes la découverte de la mystérieuse demeure des Druides.

Mais, cependant, il était certain pour nous que ces indications avaient un sens précis et devaient donner, à celui qui en possédait la clef, une direction unique.

Pour obtenir la concordance de toutes ces lignes divergentes, pour avoir leur direction exacte, il fallait trouver la règle qui avait servi de base, le principe d'après lequel ces signes avaient été établis.

Or, cette règle est basée uniquement sur l'obliquité des pieds de l'homme.

Personne n'ignore que les axes des pieds sont inclinés en dehors d'une ligne droite qui coupe perpendiculairement l'axe du corps et qu'ils forment, en rapprochant les talons, un angle aigu.

Les Gaulois se sont inspirés de cette donnée physiologique pour tracer leurs signes de direction ; l'axe de leurs empreintes se confond avec un côté de cet angle et donne une fausse direction ; c'est l'autre ligne qui doit donner une direction exacte et qu'il s'agit de déterminer.

Il suffit, pour l'obtenir, de poser dans l'empreinte le pied qui y correspond pour le ramener ensuite dans sa position oblique, l'axe qu'il déterminera ainsi sera la ligne indicatrice.

L'application de cette règle a justifié et corroboré en tous points notre hypothèse.

Ces données établies, il nous a été facile de faire, sur toutes ces empreintes, la vérification de notre théorie. Prenons comme type la pierre du sanglier dont les empreintes forment un angle droit ; les pieds sont intervertis et ils ont un talon commun. C'est en cherchant la raison de ces apparentes bizarreries que nous avons conçu l'hypothèse exposée. En effet, ces deux empreintes gravées à un croisement de chemin et ne formant qu'une seule figure devaient donner une même direction. Elles nous ont paru, en outre, représenter les pieds dans la position rectiligne parallèle à la ligne fictive perpendiculaire à l'axe du corps, et le talon commun nous a semblé être un pivot autour duquel les pieds devaient tourner pour être ramenés dans leur position oblique.

Or, en faisant obliquer respectivement, à droite et à gauche, les pieds préalablement posés dans l'empreinte correspondante, leurs axes se confondent et la ligne qu'ils forment se dirige vers le centre de la forêt de l'Ermitage.

Ainsi se trouve expliquée également l'interversion des pieds. Si ces organes avaient été gravés dans leur position normale, en les faisant obliquer à droite et à gauche, on aurait obtenu deux lignes droites dirigées en sens contraires et sans valeur d'indication, ou il aurait fallu ramener le pied droit à gauche et le pied gauche à droite, ce qui aurait jeté le trouble dans l'unité du système adopté par les Druides.

Par cela même notre hypothèse est encore fortifiée et, en appliquant notre procédé à chaque empreinte, nous avons constaté que toutes leurs directions en apparence divergentes, rectifiées d'après notre théorie, se coordonnent.

Nous avons eu cependant un moment d'hésitation en ce qui concerne les empreintes tournées à l'opposé de la forêt, mais il a suffi de prolonger en arrière l'axe rectifié pour avoir la direction exacte. Elles indiquaient donc le retour, et les Gaulois les avaient sans doute gravées pour égarer plus sûrement les profanes. Ainsi, au Rocher du Chien, deux empreintes sont dirigées au S. O. et les deux autres au N. E., mais la ligne, même rectifiée, indiquée par ces dernières, n'aboutit à aucun sanctuaire, tandis que, prolongée en sens inverse, c'est-à-dire en arrière, elle se confond avec celle des deux premières et passe par le centre de la forêt de l'Ermitage.

Donc ces empreintes qui, en apparence, donnaient des indications divergentes, se coordonnent et aboutissent au centre de l'Ermitage ; leur point d'intersection approximatif se fait sur un rayon de 150 mètres, au milieu de la prairie, et le centre de croisement est bien l'église en ruines dont nous avons parlé.

La concordance d'orientation des sanctuaires et des empreintes indicatrices est parfaite ; il ne peut donc subsister aucun doute, un collège druidique s'élevait dans la forêt de l'Ermitage et nous avons pu en déterminer très exactement l'emplacement.

M. le Comte de CHARENCEY

A Paris.

L'ORIGINE DE LA LÉGENDE D'HUITZILOPOCHTLI

[398.2 (72)]

— *Séance du 12 août 1897* —

Voici, d'après la tradition mexicaine, de quelle façon naquit le Dieu que l'on peut considérer comme le Mars de la Nouvelle-Espagne.

Sur un mont appelé *Coatépec*, litt. « A la Montagne du Serpent », non loin de la célèbre cité de Tulan en Xocotitlan, ancienne métropole de l'empire Toltèque, vivait une femme appelée *Coatlicuyé*, litt. « Jupon de serpent ». Elle était mère d'un grand nombre de fils connus sous le nom de *Centzon Vitznahuàs*, litt. « Quatre cents méridionaux, quatre cents *Nahoas* du Sud » et avait pour sœur *Coyolxauhqui*, litt. « Grande dame parée à la mode antique ».

Chaque jour, par esprit de pénitence, Coatlicuyé balayait le pavé d'un temple du voisinage. Pendant qu'elle était occupée de la sorte, une petite boule de plumes, semblable à une pelote de fil, tomba sur elle. L'ayant saisie, elle la cacha sous sa jupe. Après avoir fini sa tâche, elle voulut la reprendre, mais la pelote avait disparu et Coatlicuyé se trouva enceinte. En apprenant cette nouvelle, les *Centzon Vitznahuas* entrèrent en fureur et Coyolxauhqui leur conseilla de tuer leur mère, parce qu'elle les avait couverts de déshonneur.

L'enfant que Coatlicuyé portait dans son sein la rassura et calma son effroi en lui disant : « N'aie point peur, je sais ce que j'ai à faire. » Aussitôt, sa mère sentit le calme renaître dans son âme. Décidés à mettre celle-ci à mort, les Centzon Vitznahuas commencent à arranger leurs cheveux en torsades, comme des guerriers marchant au combat. L'un d'entre eux appelé *Quauhitlicac*, qui n'approuvait pas leur dessein, alla prévenir Huitzilopochtli, lequel n'était pas encore né. Ce dernier répondit : « O mon oncle, regarde soigneusement ce qu'ils font, écoute ce qu'ils disent, parce que je sais, de mon côté, comment je dois agir. »

Cependant, les meurtriers apparaissent bien armés et le corps couvert de morceaux de papier. Coyolxauhqui leur servait de guide. Quauhitlicac court avertir Huitzilopochtli : « Où sont-ils en ce moment? » demande celui-ci. « Ils arrivent à *Tzompantitlan* », litt. « Près du puits patibulaire » répliqua le messager.

Peu après, Huitzilopochtli reprend : « Et actuellement, où est-ce qu'ils se trouvent? » « A *Coaxcalco* », litt. « A la maison du serpent » dit Quauhitlicac. Huitzilopochtli demande une fois encore « En quel endroit sont-ils parvenus ? » La réponse fut qu'ils approchaient de Petlac. A une autre question du neveu de Quauhitlicac, il est répondu « Les voici tout près et Coyolxauhqui marche à leur tête. » Au même instant, le Mars mexicain sort tout armé du sein maternel. Il portait une rondache bleue appelée *Téneuch*, avec un dard teint de la même couleur. Sa figure était peinte et sa tête surmontée d'un ornement, lequel s'y trouvait collé. Sa jambe gauche était frêle et couverte de plumes, les cuisses et les bras également peints en bleu. Le dieu ordonne à un nommé *Tochan Calqui*, litt. « habitant de notre demeure » de mettre le feu à un serpent fabriqué en bois de pin et appelé *Xiuhcoatl*, litt. « serpent d'herbe » et sans doute métaphoriquement « serpent enflammé ». Rappelons-nous en effet le titre de *Xiuhteuctli*, litt. « Seigneur de l'herbe » donné au dieu du feu, au Vulcain de la Mythologie mexicaine.

Quoi qu'il en soit, la sœur de Coatlicuyé fut frappée à mort avec ce bois. Puis Huitzilopochtli poursuivit tout armé les Centzon Vitznahuas de la sierra jusqu'à la plaine. Il fait ainsi quatre fois le tour de la montagne, sans que ses frères puissent se défendre contre lui. Malgré leurs pleurs et leurs supplications, la belliqueuse divinité les mit presque tous à mort. Quelques-uns cependant parviennent à gagner le pays de *Huitzlampa*, litt. « vers le phumb du Sud ». Le vainqueur s'empare des dépouilles des fugitifs et spécialement de leurs armes appelées *Anécuhiotl* (1).

Visiblement, cette légende résulte de la fusion d'éléments fort divers combinés ensemble et qui peuvent encore, en partie du moins, être détachés les uns des autres et ramenés à leur source primitive.

Reconnaissons-y, d'abord, une réminiscence d'événements historiques, mais dont la légende est venue plus tard prodigieusement modifier le caractère primitif. *Huitzilopochtli*, le Mars du Mexique et dont on traduit d'ordinaire le nom par « Colibri gaucher » personnifie,

(1) Sahagun, *Histoire générale des choses de la Nouvelle-Espagne*, traduction de MM. le Dr Jourdan et Rémi Siméon ; liv. III ; chap. 1er ; p. 201 et suiv. (Paris 1880). — Torquemada *Monarquia indiana* : t. II ; livre VI ; chap. XXI ; pages 41 et 42 (Madrid 1723).

sans aucun doute, la migration des Mexicas quittant les provinces de Jalisco et de Méchoacan pour se rendre sur le plateau d'Anahuac, de même que *Melkarth*, l'Hercule Tyrien, personnifiait les navigation et colonisation des Phéniciens sur tout le pourtour de la Méditerranée. Voilà pourquoi on nous le représente venant au monde, tout près de la fameuse cité de Tulan en Xocotitlan. Métropole légendaire du vieil empire Toltèque, elle fut certainement le siège d'un Etat, relativement assez puissant et fondé par les Mexicas avant leur arrivée à Ténochtitlan. La victoire du dieu sur Coyolxauhqui et les Centzon Vitznahuas symbolise le triomphe des émigrants sur les anciens habitants de la région et qui peut-être bien appartenaient eux aussi à la race Nahuatle. Ils auraient éprouvé une fortune pareille à celle par exemple des Hérules que vainquirent les Goths, lesquels pourtant leur étaient étroitement apparentés par le sang aussi bien que par la langue.

En tout cas, cette arrivée des Mexicas à Tulan nous reporterait vers le XI ou XII[e] siècle de notre ère. Le fond de la légende mérite à coup sûr de passer pour beaucoup plus ancien. Il se sera, pour ainsi dire, greffé, à une époque relativement fort récente, sur cet événement historique.

Une autre portion du récit mexicain a certainement été inspirée par les traditions relatives à un héros charmant, civilisateur et bienfaisant, né d'une vierge, et qui paraît remonter bien haut dans la série des âges. Peut-être serait-ce en Asie-Mineure qu'il conviendrait d'en chercher le prototype. Rappellerons-nous à ce propos l'aventure de Nana ou Sangaride, fille de Sangarus, roi de Phrygie? Elle devint enceinte d'Atys rien que pour avoir recueilli dans son sein le fruit d'un amandier (1).

En tout cas cette légende ne tarda pas à se répandre au loin et nous en retrouvons d'innombrables versions sur quantité de points tant de l'Ancien que du Nouveau-Monde.

Sans doute, Coatlicuyé ne nous est nulle part donné comme vierge. Le fait même qu'elle avait donné le jour à quatre cents garçons nous autorise, ce semble, à croire tout le contraire. Il n'en est pas moins vrai que la façon dont elle donne le jour à Huitzilopochtli rappelle absolument l'histoire de Sangaride.

A notre avis, le fond même de la légende du Mars mexicain se rattache à une autre source. Nous y voyons simplement une version d'antiques récits en vigueur chez les races de l'Extrême-Orient, relatifs à un héros libérateur, né d'une façon merveilleuse, qui parle

(1) ARNOBE, *Contra gentes*, liv. VIII. — *Le Folklore dans les Deux-Mondes*, p. 121 et suiv. du t. XXIII des *Actes de la Société Philologique* (Paris 1894).

avant sa naissance et délivre son peuple de l'oppression ; ils furent transportés comme tant d'autres sur la rive opposée du Pacifique, à une époque que nous n'entreprendrons pas ici de préciser.

Ainsi qu'il arrive souvent, le récit américain semble avoir par certains points conservé un caractère plus archaïque que les récits asiatiques auxquels il se trouve apparenté. Le fait s'explique sans trop de difficulté. C'est que l'Amérique ancienne n'eut point à souffrir de ces révolutions politiques et religieuses telles que la conquête d'Alexandre ou l'éclosion du Bouddhisme et dont l'influence se fit sentir jusque dans le domaine du Folklore. Est-ce que l'Europe moderne ne nous offre pas l'exemple d'un phénomène tout semblable ? Les contes et chants populaires des Lithuaniens, par exemple, n'ont-ils pas conservé un cachet beaucoup plus primitif que ceux des Serbes et des Croates ? C'est que les populations des rives de la Baltique ont mené longtemps une existence isolée et joui d'une paix au moins relative. Au contraire, chez les habitants de la péninsule Balkanique, la lutte contre l'Islamisme fit promptement tomber en oubli le souvenir des temps antiques.

Quoi qu'il en soit, la version que nous trouvons aujourd'hui en vigueur dans l'Annam a bien conservé son ancien caractère militaire. Elle nous rapporte que sous le règne de l'avant-dernier monarque de la dynastie des Hùng, c'est-à-dire vers le début du quatrième ou la fin du troisième siècle avant notre ère, une armée chinoise envahit le pays. A la suite d'une grande défaite subie par son général *Ly-công-dât*, le souverain annamite découragé ne savait plus qui opposer à l'ennemi.

Heureusement, vivait à cette époque dans le village de Phu-dông, un homme âgé de plus de 60 ans et dont la femme avait conçu d'une manière miraculeuse. Près de quatre ans auparavant, traversant le village de *Bin-tou* (aujourd'hui *Ti-cou* près de *Bac-ninh*), elle avait remarqué, sur la terre, l'empreinte d'un pied de grandeur extraordinaire ; ayant elle-même marché sur cette empreinte, cette femme se trouva aussitôt enceinte.

L'enfant dont elle accoucha n'avait jamais parlé depuis le jour de sa naissance et se tenait toujours étendu sur le dos, sans pouvoir remuer ni s'asseoir. Cependant un héraut était venu dans le village de Phu-dông, pour appeler, de la part du roi, tous les hommes valides sous les drapeaux, leur promettant de grandes récompenses. La mère du jeune enfant l'ayant entendu s'écria : « Malheur à moi qui « ai enfanté un être inutile, ne sachant que boire et manger ! Ce n'est « pas lui qui sera jamais capable de se mesurer avec les ennemis

« du royaume ; le roi peut réserver pour d'autres ses bienfaits. Nous « nous contentons de téter et de nous gaver de bouillie. »

A peine l'enfant eut-il entendu sa mère s'exprimer de la sorte qu'il se leva sur son séant et dit : « Je vous prie de faire venir ici le héraut ». La mère, devant ce prodige, fut saisie d'une grande frayeur. Elle appela sa voisine qui, à son tour, resta stupéfaite et conseilla de faire entrer l'envoyé du roi.

Dès qu'il l'aperçut, l'enfant se leva tout debout s'écriant : « Retourne dire au roi qu'il fasse forger un cheval de fer, haut de « huit pieds, une massue et un casque de fer. L'enfant qui te parle « montera sur le cheval et se coiffera du casque, s'armera de la « massue et dissipera les ennemis. ».

« — De quel poids voulez-vous la massue ? demanda le héraut. »

« — De cent livres, reprit l'enfant, et le cheval de mille livres. »

Le héraut s'empressa de retourner vers le roi à qui il rendit compte de ces faits extraordinaires. « Le ciel, s'écria le monarque, manifeste son intention de nous sauver. » Il commande à son surintendant de faire fabriquer le cheval, la massue, l'armure, et d'adresser le tout à l'enfant. Ce dernier fut d'abord mécontent, parce que le cheval de fer n'avait pas d'entrailles et il exigea qu'on lui en forgeât. On fit ce qu'il désirait. On introduisit des entrailles de fer dans le ventre du coursier et le tout fut porté au village de Phu-dông.

Quand la mère vit arriver tous ces objets, elle eut peur pour son fils et le lui dit. Celui-ci reprit en riant : « Ne prenez pour « l'instant d'autre souci que de me faire préparer à manger et à « boire. Je dois prendre beaucoup de forces pour commencer la « campagne. »

Sitôt que l'enfant eut commencé à manger, il grandit d'une façon extraordinaire. Sa mère ne parvenant pas à le rassasier, on dut avoir recours aux voisins. Tout le village apporta du riz et du vin pour ce repas extraordinaire qui dura deux jours. Après quoi, l'enfant devenu un géant, revêtit l'armure, monta le cheval de fer et se mit en marche.

Le roi ayait ordonné à son neuvième fils, appelé *Uy-son*, de l'accompagner. L'armée annamite formait trois corps de troupes, chacun de trente mille hommes. Le guerrier miraculeux était en tête et son cheval de fer fendait l'espace comme s'il avait eu des ailes. Tout le monde était enthousiasmé de ce prodige et les volontaires accouraient de tous côtés. On vit deux frères de la famille *Nguyen*, du hameau de *Nghiem-xa*, abandonner leurs buffles dans la rizière et, armés du fer de leurs charrues, suivre les soldats.

On atteignit l'ennemi à la montagne de *Trau* (entre *Bac-ninh* et *Dap-cau*) où les avant-postes étaient fortement retranchés et le combat s'engagea immédiatement. Après un choc terrible, mais décisif, quatre généraux Chinois restent étendus morts sur le terrain. Leurs soldats mis en fuite sont poursuivis jusqu'à une assez grande distance. Au fort de la mêlée, le guerrier miraculeux ayant brisé sa massue de fer, arracha une touffe de bambou et s'en servit pour achever la déroute des ennemis. Ceux d'entre les Chinois qui ne succombèrent pas, affolés par la peur, rendirent leurs armes. Vingt-quatre des principaux officiers s'étant engagés à ne plus servir contre le *Vun-lang* (c'était le nom qu'on donnait alors à l'empire d'Annam), furent remis en liberté.

Le fils de l'empereur de Chine, trouvé parmi les morts, fut inhumé au pied de la montagne. On y montre encore son tombeau.

Après la victoire, le guerrier miraculeux, remontant sur son cheval de fer, prit la route de *Kim-anh* et la suivit jusqu'à la montagne de *Vu-linh*. Arrivé là, il jeta la touffe de bambou dont il s'était servi pendant le combat, quitta ses vêtements de fer, gravit la montagne, puis s'envola au ciel. Le cheval de fer se rendit tout seul au village de *Dong-oi*.

Aujourd'hui encore on trouve, sur le sommet de la montagne, la marque d'un pied imprimé sur la pierre. C'est l'empreinte que laissa le guerrier en quittant la terre. A l'endroit où le cheval s'arrêta, on construisit un temple qui fut doté par le roi d'un domaine de dix *mâns* de rizières. Un autre temple fut également élevé dans le village où était né le libérateur de l'Annam et l'on érigea, sur l'emplacement de sa maison, une statue de pierre portant ces mots en chinois : « Ici, autrefois, était la demeure du céleste *Dong*. » Le monarque annamite affecta le revenu de cent *mâns* de rizières à l'entretien de ces deux monuments.

Enfin, non loin de quinze cents ans plus tard, vers 1020, le roi *Ly* qui était originaire des environs, voulut honorer, lui aussi, le grand génie national. Il lui éleva deux temples, l'un dans son village natal de Phu-dông, auprès de la maison commune, l'autre sur le versant de la montagne *Vu-ninh* ou *Vê-linh*, près le *Phu* de *Tu-son*. Dans ce dernier, on plaça la statue du héros qui s'y trouve encore.

En commémoration de leur délivrance, les Annamites célèbrent chaque année, dans les temples du génie en question, et spécialement dans celui de Phu-dông, des fêtes auxquelles on donne le plus d'éclat possible. Au cours de ces solennités, on rappelle par des groupes historiques le grand événement qui s'est accompli il y a vingt-trois

siècles. La crête de la toiture du temple où elles se célèbrent est ornée de dragons en porcelaine bleue.

Des députations de tous les villages du canton viennent faire des offrandes au génie. Elles sont composées de notables, tous correctement vêtus de la robe bleue à longues manches. La cérémonie se termine par un simulacre de combat rappelant celui dans lequel le héros annamite avait vaincu les guerriers du Céleste Empire. Les généraux chinois apparaissent, dit-on, figurés par de jeunes vierges, lesquelles d'ailleurs jouent un rôle muet et doivent garder l'immobilité la plus absolue (1).

Cette intéressante légende a subi tant de remaniements que sa physionomie primitive s'en est trouvée tout altérée et que sans l'existence d'autres versions du même récit, sa parenté avec l'histoire de Huitzilopochtli resterait douteuse.

Effectivement, dans tout ce qu'on nous raconte au sujet des exploits du héros annamite, il y a sans doute un fonds de vérité historique sur laquelle s'est greffée la légende, ce qui démontre à quelle haute antiquité il convient de la reporter. En tout cas, le fait d'une victoire remportée vers la fin du IIIe siècle av. J.-C par les guerriers du *Van-lung* sur la Chine ne paraît guère contestable. Seulement on s'est empressé d'en environner le souvenir de détails merveilleux. De là, les différences si prononcées avec le récit mexicain. Moins avancés en civilisation, moins gênés par les réminiscences de l'histoire réelle, les peuples de la Nouvelle-Espagne ont conservé la légende antique relativement pure d'éléments adventices. Ainsi, c'est Huitzilopochtli seul qui a triomphé des Vitznahuas. Au contraire, les peuples d'Annam ne pouvant perdre le souvenir d'une grande bataille livrée, font simplement, du génie *Dong*, une manière de général en chef qui ne dédaigne pas de se faire aider dans son œuvre de libération par une nombreuse armée. Enfin, si le Mars mexicain commence à parler avant d'avoir quitté le sein maternel, le narrateur asiatique a cru, sans doute, rehausser le mérite de son héros et donner une couleur plus dramatique au récit en ne laissant *Dong* prendre la parole qu'au moment de combattre pour son pays.

Le trait de la conception du guerrier de l'Annam, tenant à ce que la mère avait posé le pied dans l'empreinte laissée par un génie, semble emprunté au Folk-lore du Céleste Empire. On le retrouve par exemple dans les légendes de *Hoa-sin*, la mère de l'empereur

(1) M. G. Dumoutier, *Une fête religieuse annamite au village de Phu-dông* (Tonkin), p. 67 et suiv. du t. XXVIII de la *Revue de l'histoire des religions*, nº de juillet-août 1893.

Fo-hi (1) et de *Kiang-Youen*, laquelle donna le jour à *Héou-Hi*, le fondateur de la dynastie des *Tséou* (2).

Par exemple, un point de contact à signaler entre les deux récits et qui pourrait bien n'être pas dû au seul hasard, c'est le rôle vraisemblablement symbolique affecté à la couleur bleue. Huitzilopochtli, on vient de le voir, avait les cuisses et les bras peints en bleu. La même teinte reparaissait sur son bouclier et son javelot. De même, la crête de la toiture du temple où se célèbre la commémoration de la victoire de Dong, est ornée de dragons peints en bleu. Les notables assistant à la cérémonie sont vêtus de blouses de cette nuance. Serait-ce même à cause de la teinte bleue du fer que le cheval et la massue du héros sont fabriqués en ce métal ?

Nous verrons tout à l'heure quelle interprétation l'on pourrait être tenté de donner d'une telle coïncidence.

Notre légende reparaît dans l'Inde et l'on ne saurait dire depuis quelle époque elle a commencé à y être connue. En tout cas, si le récit des riverains du Gange a fortement subi l'influence des idées brahmaniques, on ne saurait nier qu'il n'ait conservé bon nombre de traits primitifs subsistant aussi à la vérité dans la version mexicaine, mais qui font défaut dans celle de l'Annam. Le rôle assigné à *Aurva* est, nous le verrons à l'instant, tout à fait celui que joua *Huitzilopochtli*. Voici, du reste, ce que nous lisons dans le *Mahabhârata*, poème dont la rédaction définitive n'est sans doute pas antérieure aux premiers siècles de notre ère.

Un jour, l'épouse du pénitent *Vacishtha* voulant détourner Paraçara, le petit-fils de son mari, des idées de vengeance qu'il avait conçues, lui fit le récit suivant :

Des *Kschattriyas* ou guerriers de la race de *Kritavîrya* résolurent d'exterminer les *Bhrigus*, ascètes illustres par leurs vertus et qui appartenaient à la souche des *Rishis*. Malgré tous les soins qu'ils prirent pour échapper à la rage de leurs ennemis, presque tous ces saints personnages furent mis à mort ainsi que leurs épouses. L'une de celles-ci voyant les guerriers impitoyables ouvrir le ventre de ses compagnes pour en arracher le fruit, s'empresse de recourir au procédé jadis employé par Jupiter pour Bacchus, le fils de Sémelé, c'est-à-dire qu'elle cacha son nouveau-né dans sa cuisse. Il se pourrait même que ce trait ait été emprunté à la mythologie greco-romaine, mais c'est le seul de toute la légende qui semble dans ce cas. Quoi qu'il

(1) Lord MACARTNEY, *Voyage dans l'intérieur de la Chine*, trad. de Castéra, t. Ier, p. 48.

(2) R. P. PRÉMARE, *Traditions primitives*, etc., § 4, p. 488 et suiv. du Cahier de déc. 1875 des *Annales de philosophie chrétienne*.

en soit, les égorgeurs ayant été prévenus de tout ceci par un misérable qui tentait de sauver sa vie au moyen d'une délation, vinrent pour tuer la mère avec son fils. Celui-ci sortant alors de la cuisse maternelle, parut soudain environné d'une telle lumière, qu'à l'instant les guerriers eurent les yeux brûlés. Ils conjurèrent alors le jeune héros d'avoir pitié d'eux. L'enfant de la Bhrigu s'étant enfin laissé fléchir, leur rendit la vue. Il reçut ensuite le nom d'*Aurva* (né de la cuisse) qui rappelle sa naissance miraculeuse, puis se signale par toutes sortes d'exploits (1).

Evidemment, dans la version primitive, l'enfant merveilleux ne montrait pas tant de clémence et, comme le Mars mexicain, mettait à mort, tout au moins, bon nombre de ses ennemis.

Ajoutons que cette faculté de parler avant sa naissance semble avoir constitué une sorte d'apanage des membres de la famille de Vacishtha. Un autre passage du Mahâbhârata parle de certain ascète appartenant à la race en question et qui avait perdu son fils *Çaktri*. Désespérant de jamais avoir désormais une postérité, il résolut de mettre fin à ses jours, mais après plusieurs essais infructueux de suicide, s'écria enfin : « Hélas, je ne puis mourir ! »

Un jour cependant que l'ascète errait par monts et par vaux, il ne s'aperçut pas que sa belle-fille le suivait. Comme elle marchait près de lui, voici qu'il entend soudain une voix qui récitait distinctement les Védas, sans oublier les dix *angas*. L'ascète se retourne et demande : « Qui donc me suit ? » Sa bru lui répondit : « Je suis *Adricyanti*, la veuve de *Çaktri ;* bien que vouée à l'ascétisme, je suis désespérée. » Vacishtha reprit : « O ma fille, quelle est donc la voix que j'entendais tout à l'heure, réciter les Védas, avec les *angas* et qui ressemble si fort à celle de mon fils *Çaktri ?* »

Adricyanti lui répondit : « Je porte dans mon sein le fils de *Çaktri*. Voici douze ans passés que je l'ai conçu. La voix que vous venez d'entendre est celle de cet « embryon » ascète qui récitait les Védas. »

A ces mots, le vieux pénitent s'écria plein de joie : « J'ai encore un fils. » Il ne chercha plus à mettre fin à ses jours et accompagné d'Adricyanti, reprit le chemin de sa demeure.

Celle-ci donna enfin le jour à un enfant mâle dont l'esprit était, depuis bien longtemps déjà, illuminé par la science védique (2)

Cette nouvelle version de la vieille légende du héros libérateur mérite bien de nous arrêter un instant, ne fût-ce qu'en raison des

(1) *Mahabhârata, Adi-Parvan, Adhayaya,* CLXXVII. — A. Roussel, *Les idées religieuses du Mahabhârata,* p. 266 et 267 du *Museon,* t. XII, n° 3 (Louvain 1893).

(2) Ibid. *Museon,* p. 265.

profondes modifications qu'elle a subies et parce qu'elle pourrait bien avoir donné naissance à la version japonaise dont il va être parlé tout à l'heure. Il n'est plus question ici de guerrier ni de combats. Le caractère sacré et hiératique du personnage principal s'accentue ici de plus en plus. La seule donnée primitive qui paraisse fidèlement conservée, c'est celle du don à lui concédé de parler avant sa naissance. Il est vrai qu'un élement sans doute étranger s'est venu, peut-être à une époque très postérieure, ajouter au récit originel, c'est celui de la longue gestation de Çaktri. Y aurait-il ici trace d'influence chinoise ? C'est ce que nous n'oserions affirmer, mais ce qui reste toutefois fort possible. Que sont, en définitive, les douze ans passés par Çaktri dans le sein maternel, auprès des quatre-vingt-une années pendant lesquelles la mère de *Lao-tsen* reste enceinte de ce philosophe ? (1) Il est vrai que ce dernier est regardé par certains auteurs comme étranger à la Chine et venu en ce pays, de Birmanie (2). Dans cette hypothèse, les récits concernant ces gestations prolongées mériteraient d'être considérés comme d'origine indo-chinoise. C'est là, du reste, une question que nous n'avons pas à examiner ici. Rappelons seulement que les Maures de la Tunisie se figuraient que l'embryon, une fois conçu, peut rester un temps plus ou moins long endormi dans le sein maternel et l'on aurait vu, dit-on, des enfants continuer leur sommeil pendant plusieurs années, sans que cette façon d'agir de leur part, causât le moindre préjudice à l'honneur de la mère (3). Une telle manière de voir a visiblement été propagée par des épouses qui se trouvaient dans une situation plus délicate qu'intéressante ou menacées de divorce, à cause de leur stérilité prolongée.

Il n'y aurait donc rien d'étonnant à ce qu'elle ait pris naissance sur plusieurs points à la fois. Elle ne dut point, en tout cas, manquer de se répandre bien vite au loin.

Le récit japonais peut passer pour une répétition légèrement altérée de celui que nous venons d'étudier en dernier lieu. Toutefois l'embryon de sang brahmanique se trouve naturellement remplacé par un moine de la secte de Cakya-Mouni. Voici ce que les insulaires de Niphon nous rapportent du religieux appelé *Sotoktaïs*, lequel vivait dans le courant du VI^e^ siècle de notre ère. Il eut pour mère

(1) C. PAUTHIER, *Chine*, 1re partie, p. 112 (Paris 1837), de la collection l'*Univers*, publiée par Firmin Didot.

(2) TERRIEN DE LA COUPERIE, *Origin of the early chinese civilisation*, etc., p. 52 et 53 du n° 3, 6e vol. du *Babylonian and oriental report* (septembre 1892).

(3) *Algérie, Etats Tripolitains, Tunis* par le Dr L. FRANCK, p. 109 (Paris 1850) de la Collect. *L'Univers* par Firmin Didot. *La régence de Tunis*, p. 311, du t. 1er de la *Revue Orientale* et *Américaine* (Paris, 1859).

une vierge et se mit à parler avant même que de naître dans le 8e mois qui suivit sa conception. Des reliques de Bouddha lui arrivèrent d'une façon miraculeuse, alors qu'il n'était encore âgé que de quatre ans (1). Plus tard Sotoktaïs devint l'une des gloires de l'Eglise Bouddhique au Japon.

En tenant compte des causes de modification qui se sont nécessairement produites en plus d'un endroit et à plus d'une reprise, on voit que tous les récits ici étudiés peuvent facilement se ramener à un prototype commun. Les traits originaux semblent s'en être conservés surtout dans la légende mexicaine. Ne concluons pas de là que cette dernière mérite de passer pour la plus ancienne, que notre conte a dû prendre naissance au sein des tribus de la Nouvelle-Espagne pour se répandre ensuite jusqu'au cœur du continent Asiatique. Nous avons déjà tenté de déterminer le motif pour lequel tant de récits populaires communs aux deux continents ont gardé une physionomie plus archaïque chez les peuples de la race cuivrée. A notre avis, c'est bien en Asie qu'il convient de chercher le berceau de la légende en question, laquelle aura, par la suite, été transportée de l'autre côté du Pacifique.

Et qu'on ne nous objecte pas l'identité de l'esprit humain sous n'importe quelle latitude. Il a parfaitement pu, nous dira-t-on, imaginer des récits similaires en des lieux très différents et sans qu'on puisse logiquement conclure de là à un emprunt. Nous sommes les premiers à reconnaître tout le danger qu'il y aurait à se montrer trop facile à admettre l'unité d'origine de chaque conte. Mais n'oublions pas, d'autre part, qu'ici nous nous trouvons en face d'une légende offrant un caractère tout spécial et parfaitement déterminé. Elle se rapporte aux origines mêmes sinon de la race, du moins de l'état des *Mexicas*.

Nous nous sommes occupé précédemment de deux autres mythes américains offrant eux aussi une importance particulière au point de vue historique et ethnologique, ceux du Tzendale Votan et de Quetzalcohuatl, pris comme personnification de l'empire Toltèque. Précisément, ils possèdent un point de commun avec celui que nous étudions en ce moment, c'est de rappeler, de la façon la plus étroite, certains mythes propres à l'Asie. On ne saurait se refuser à voir dans la légende de Votan, une réminiscence de celle des princes civilisateurs de l'Indo-Chine, du Siamois *Phra-Ruang* et du Birman *Pyu-tsauti* (2). Quant à Quetzalcohuatl, les principaux traits de sa

(1) KAEMPFER, *Histoire du Japon*, trad. de Scheuchzer ; t. Ier, liv. II, chap. IV ; p. 263 et 264 (Amsterdam 1732).

(2) *Le mythe de Votan*, p. 61 et suiv. du t. II des *Actes de la Société philologique* Alençon 1871).

physionomie se retrouvent incontestablement dans l'Iranien Djemschid (1). Des coïncidences si répétées, portant sur une classe aussi restreinte de mythes populaires ne nous semblent guère attribuables au seul hasard. Rappelons qu'elles paraissent également se manifester en ce qui concerne d'une part le calendrier (2) et le zodiaque (3) des peuples du Pérou et de la Nouvelle-Espagne et de l'autre ceux des races de l'Extrême-Orient. Il n'y a donc plus, ce semble, à hésiter. La conclusion toute naturelle à tirer de ces faits, c'est qu'ils constituent, pour ainsi dire, autant de réminiscences d'antiques relations ayant jadis existé entre les deux mondes. C'est un puissant argument à invoquer pour ceux qui regardent les premiers germes de la civilisation dans le Nouveau-Monde comme importés d'Asie.

Quelle que soit l'opinion, d'ailleurs, que l'on professe sur ce point, reste à se demander comment le mythe ici étudié a pu prendre naissance. Evidemment, malgré son allure quelque peu digne de l'épopée, nous ne saurions lui reconnaître une valeur plus historique qu'aux contes du Chat botté ou de la Belle au Bois dormant. D'autre part, y voir purement et simplement le fruit de l'imagination de quelque conteur nous semblerait peu conforme aux données générales de la psychologie.

L'esprit du peuple ne procède pas de la sorte. Il ne travaille que sur un fond préexistant, sur une donnée fournie soit par la tradition, soit par la nature elle-même. Puisque l'on ne peut guère, et pour une foule de raisons inutiles à développer ici, expliquer notre mythe par l'histoire, force sera bien de rechercher une autre explication. Malgré les protestations souvent justifiées de ceux qui reprochent à M. Max Mueller de s'être montré un peu trop absolu dans l'emploi de la méthode d'interprétation naturaliste, nous demandons la permission d'admettre ici comme conforme à la réalité des faits, l'hypothèse d'une origine astronomique. Reconnaissons-la tout au moins préférable, puisque c'est la seule qu'on puisse mettre en avant et qu'il n'y en a pas d'autre à invoquer.

Sans doute, le caractère solaire ne se trouve pas aussi nettement indiqué dans Huitzilopotchli que dans Tezcatlipoca, emblème comme

(1) *Djemschid et Quetzalcoatl*; p. 203 et suiv. du t. IV des *Actes de la Société philologique* (Alençon 1874). — *Djemschid et Quetzalcoatl*, p. 241 et suiv. du t. VIII de la *Revue des Traditions populaires* (Paris 1893). — *Le Folklore dans les deux mondes*, p. 337 et suiv. (en note), du t. XXIII des *Actes de la Société philologique* (Paris 1894).

(2) M. Cyrus Thomas, *The Maya Year* (Washington, 1894).

(3) M. le Dr H. Grigois, *l'Occulte chez les aborigènes de l'Amérique du Sud*, p. 54 et suiv. (Paris 1897).

l'a établi M. G. Raynaud, du soleil d'hiver (1). Toutefois, nous n'hésiterons pas à reconnaître avec M. le Dr Seler, dans le fils de Coatlicuyé, la personnification du soleil de printemps, lequel dissipe les nuages figurés par les Centzon-Vitznahuas (2). S'il affectionne non moins que le génie de l'Annam, Dong, la couleur bleue, c'est que c'est la teinte ordinaire du ciel, lorsque l'astre du jour brille dans tout son éclat. D'autre part, nous voyons une preuve à l'appui de notre thèse dans ce fait que l'oiseau-mouche constitue en quelque sorte l'animal consacré à Huitzilopotchli (3), de même que dans la mythologie greco-latine, la chouette constituait l'oiseau de Minerve, le paon celui de Junon, etc. Certes, l'humeur batailleuse et agressive de ce volatile est bien connue. On le voit parfois donner la chasse à des oiseaux dix fois plus gros que lui et, dans la saison des amours, il devient d'une férocité qui étonne dans un si petit corps. En cette qualité, il méritait bien de servir d'emblème au dieu de la guerre et même de lui donner son nom. Il le méritait encore à un autre égard, ainsi que le remarque fort justement M. Seler. L'éclat de ses plumes fait songer naturellement à celui du feu et à celui de l'astre qui nous éclaire.

Que maintenant le nom et les attributs du Dieu *Huitzilopochtli* aient été transférés au chef de migration *Huitzitlon*, litt. « Petit oiseau-mouche » lequel guida, prétend la chronique, le peuple des Mexicas pendant cinquante-deux ans, c'est-à-dire juste la durée d'un demi-cycle, depuis le départ d'Aztlan jusqu'à l'arrivée à Tulan en Xocotitlan (3), rien d'étrange à cela. La ressemblance des deux noms prêtait assez à une confusion de la sorte et l'on n'ignore pas le rôle que le calembour joue dans la confection des légendes. Après tout, nous nous trouverions ici en présence d'un cas d'apothéose comme l'histoire en offre tant d'exemples, mais compliqué de ce que l'on pourrait justement appeler l'usurpation d'un nom divin. Mais n'avons-nous pas vu le pieux Enée recevoir les hommages religieux des peuples du Latium sous le nom de *Jupiter indigète* ? Du reste, une autre hypothèse, et qui semble peut-être encore plus acceptable, consisterait à tenir ce chef Huitzitlon comme un personnage purement légendaire n'ayant jamais eu d'existence réelle et dont le nom lui-même ne constituant qu'un dérivé de celui du Mars de la Nouvelle-Espagne, attesterait l'humeur belliqueuse de la tribu des *Mexicas*.

(1) M. G. Raynaud, *Les trois principales divinités mexicaines*, p. 181 et suiv. du n° 2 du t. XXIX de la Revue de *l'Histoire des religions* (Paris 1894).

(2) M. le Dr E. Seler, *Huitzilopochtli, dieu de la guerre chez les Aztèques*, p. 387 et suiv. du *Congrès des Américanistes*, 8e session (Paris 1890).

(3) *Annales de Chimalpain*, traduction de Rémi Siméon, *7e relation*, p. 269 (Paris 1889).

Somme toute, la légende qui fait l'objet du présent mémoire nous semble, comme tant d'autres, sortie d'une pure métaphore. On aura d'abord dit : « Le guerrier habitant l'azur dissipe ses ennemis » pour « le soleil chasse les nuages » puis, bâti sur cette donnée toute une thèse anthropomorphique.

M. le Comte de CHARENCEY

A Paris.

NUMISMATIQUE IBÉRIENNE [737]

— Séance du 12 août 1897 —

Déjà, au commencement de ce siècle, l'illustre Humboldt avait essayé d'interpréter les noms de lieux de l'antique Ibérie par le Basque actuel. Sa tentative n'eut qu'une réussite assez médiocre. En effet, le vocabulaire euskarien tel que nous le possédons aujourd'hui se compose surtout d'éléments pris au latin et aux dialectes romans. Les termes réellement indigènes en ont, pour la plupart, été éliminés.

Cela n'empêche pas Boudard de vouloir expliquer les légendes des médailles dites *desconoccidas* par le même procédé, qu'il ne craignit pas d'ailleurs de pousser à l'extrême. Il entreprit, sans hésiter, d'expliquer les légendes des vieilles monnaies de l'Ibérie par des mots visiblement entrés en Basque à une époque fort récente. Bornons-nous à un seul exemple. On le verra expliquer l'inscription des monnaies de l'antique Narbonne qu'il lit *ndhnkn* ou avec rétablissement des voyelles non exprimées *Nedhenakoen* par (monnaie) « de ceux de Narbonne », ou (du marché) « Le mieux fourni ». Il prétend justifier cette prodigieuse traduction de la façon suivante :

Dans la finale *en* ou *n*, reconnaissons, dit-il, la désinence du génitif pluriel Basque ; exemple *Gizon*, « Homo » et *Gizonen*, « hominum ».

Ko est le signe du protatif dont le sens se confond parfois un peu avec la valeur génitive; exemple : *Etche*, « maison » et *Etcheko*, « Pour la maison, de la maison », d'où *Etchekoyauna*, « Maître de la maison, propriétaire ». — *Buru*, « Caput » et *Buruko*, « Pro capite », d'où *Burukoa*, « Bonnet », litt. « Quod pro capite ». Quant au *n* intercalé entre le *h* et le *k*, nous y verrons le *en*, indice du superlatif ; exemple : *Handi*, « magnus » et *handien*, *handiena*, « Maximus ».

Reste le radical *ndh* ou *nedh* qui aurait pu paraître d'une interprétation difficile, mais notre auteur ne s'arrête pas pour si peu. Narbonne, suivant lui, devait constituer une place de commerce importante. Donc son marché était un des mieux fournis de la région. Impossible, par suite, de ne pas voir dans *ndh* le Basque *net*, « Tout à fait » et de supposer que ce terme ait pu avoir un autre sens que celui de « complet, abondant ».

Nous devons rendre justice à Boudard, malgré les écarts de son imagination. Il a eu raison sur un point et deviné, dans la finale du terme en question, une désinence de génitif pluriel. En effet, il semble bien que le monnayage Ibérien dérive de celui des colonies grecques du voisinage. Or, on sait l'usage constant chez les Hellènes de mettre au génitif pluriel le nom des habitants de la cité où la monnaie a été frappée. Ainsi, nous avons Αθηναιων, pour indiquer une pièce Athénienne — Μασσαλιωτων, pour une pièce de Massilie ou Marseille.

Ajoutons que pour tout le reste, ses explications ne tiennent pas debout. C'est *kn* ou *aken* et non pas *n* qui seul a pu marquer, dans les temps antiques, le génitif pluriel. Cet *aken* se compose lui-même de *k*, signe du nombre et de *n*, signe casuel. La forme *en* par exemple dans *gizonen*, *gizonaen* « Hominum » de *gizon* « Homo » est tout à fait moderne. C'est une contraction dudit *aken*. Au temps d'Oiénhart, on disait encore couramment *gizonaken* « Hominum ». Aujourd'hui la finale en question ne se conserve que dans le dialecte d'Irun, ainsi que l'a constaté le prince L.-L. Bonaparte.

En outre, la prétendue forme *nedh* ne pourrait, à aucun titre, être rapprochée du Basque actuel *net* « tout à fait » par la raison que ce dernier mot est tiré du latin *nitidus* comme l'Espagnol *neto* « complet net, absolu » par exemple dans *rey neto*, « roi absolu » et le Français *net*. Il n'a donc absolument rien à faire avec l'Ibérien d'avant notre ère.

Et puis, enfin, comme l'a démontré M. Huebner dans ses *monumenta linguæ ibericæ*, c'est *nerhnken* qu'il faut dire et non *ndhnkn*.

Essayons maintenant de tirer quelques inductions, au moins plausibles, des inscriptions monétaires de l'ancienne Espagne.

Reprenons d'abord la légende commémorative des citoyens de Narbonne. En caractères Ibériques, elle est *nerhinken*. L'on a, comme il vient d'être exposé à l'instant, lieu de regarder la finale *ken* ou *aken*, comme étant celle du génitif pluriel. Il se pourrait que le signe précédent fût une désinence ethnique et le tout se devrait rendre alors par « *Monnaie* de ceux de Nerha ».

La même finale se retrouve, et, sans aucun doute, avec un sens identique sur beaucoup de monnaies du nord de l'Espagne. Citons, par exemple *Untkesken*, « *Monnaie* des Indicètes » — *Urkekn*, «...des habitants d'Urcé » — *Aushesken*, « des habitants d'Ausa » — *Iltrkeskn*, « des Ilergètes », etc., etc.

Nous ne nous aventurerons pas à rechercher ce que pourrait signifier la racine *nerh*.

Passons maintenant à une pièce du midi de l'Espagne. M. Huebner l'attribue aux habitants d'*Eliberis*, près de la cité actuelle de Grenade ; son inscription est, en caractères antiques, la suivante *Ilurir*. Humboldt avait vu, et avec toute raison, suivant nous, dans ce nom d'*Eliberis*, le Basque actuel *Hiri-berri*, litt. « Ville neuve ». Cependant, l'on a voulu arguer de la forme *Ilurir* pour soutenir la fausseté de cette lecture *Eliberis* ou *Iliberis* et, par suite, pour contester tout rapprochement entre l'ancien Ibérien et l'Euskara de nos jours.

D'abord, il faudrait des raisons bien déterminantes pour admettre que les auteurs anciens, ou leurs copistes ont commis une faute d'orthographe toutes les fois qu'ils nous parlent de noms de villes d'Espagne ou d'Aquitaine identiques, ou à peu près, à celui que l'on vient de citer. Mentionnons, par exemple outre l'*Eliberis* de l'Andalousie, l'*Iliberis* qui se trouve à deux lieues environ de Perpignan et s'appelle aujourd'hui *Elne* ; *Cocoliberis*, probablement ou plutôt très certainement pour *Coco-iliberri*, litt. « Ville-neuve des Caucones ou Cocones » aujourd'hui *Colioure*, non loin de Perpignan.

Et puis, ce n'est sans doute pas, par un *lapsus calami* qu'on expliquera le nom de *Sierra Elbira* ou *Elvira* que porte aujourd'hui une chaîne de petites montagnes des environs de Grenade. Je ne pense pas qu'on puisse se refuser à y voir une réminiscence maintenue à travers les âges de l'antique *Eliberis*.

Enfin, la légende même des monnaies de cette cité ne saurait, croyons-nous, être invoquée comme fin de non-recevoir pour l'hypothèse par nous émise d'après Humboldt. Ne pourrait-on pas

admettre qu'ici nous nous trouvons en présence d'une transcription, sinon tout à fait erronée, du moins assez peu exacte ? M. Huebner rend le signe Ibérien qui suit le *i* et le *l* par *u*. Qui nous dit qu'il n'exprime pas une syllabe au lieu d'une voyelle simple ? L'alphabet des anciens Espagnols, dérivé du Phénicien, omettait souvent les voyelles. Par contre, plusieurs de ses signes, notre auteur le reconnaît lui-même, représentaient de véritables syllabes, c'est-à-dire une voyelle précédée d'une consonne. Il nous en fournit lui-même plusieurs exemples, entre autres un caractère qui répond au français *Ca* — un autre équivalent de notre syllabe *Ke*. — Enfin un troisième, équivalent de *du* ou *dou*. Ne pourrait-il pas fort bien se faire que cette prétendue voyelle répondît non pas à un *ou*, *u*, mais bien à une syllabe *be* ? Nous aurions de la sorte, au lieu de *Ilurir*, quelque chose comme *Iliberir* qui se rapproche bien de la forme *Eliberis*.

Une autre hypothèse, également admissible d'ailleurs, consisterait à admettre que le signe hispanique, tout comme le H latin correspondait tantôt à une consonne labiale, tantôt à notre *ou* demi-voyelle, comme dans *ouate*, *oui*, tantôt enfin à ce que nous appelons improprement, la diphthongue *ou*, par exemple dans *ours*, *oubli*, *ourlet* ? La voyelle suivante resterait sous-entendue et l'on obtiendrait une forme *Ilorir* pour *Iliverir*, *Iliberir*, à rapprocher du Basque *Viri-berri*.

Quant au *r* final et dont l'emploi serait, disent quelques-uns, spécial aux Espagnols du Sud, nous ne nous chargeons pas de l'expliquer. Faisons observer seulement qu'on a voulu y voir l'équivalent du *Kn*, *Ken* des médailles de la région du Nord-Est.

Somme toute, les progrès dans le déchiffrement des monnaies Ibériennes, autant qu'on le peut conjecturer, semblent devoir être favorables à l'opinion de ceux qui admettent que des dialectes congénères du Basque actuel se sont jadis parlé dans la péninsule transpyrénéenne, aussi bien que dans une partie au moins de l'Aquitaine. Nous comptons consacrer prochainement un mémoire à l'étude des noms d'hommes ou de localités Ibériens que nous ont transmis les auteurs de l'antiquité. Elle nous entraînerait trop loin pour aujourd'hui.

TABLE ANALYTIQUE

Dans cette table, les nombres qui sont placés après la lettre *p* se rapportent aux pages de la première partie, ceux placés après l'astérisque * se rapportent à celles de la deuxième partie.

Abdomen (Shock abdominal opératoire), p. 373, * 765.
Abri-sous-roche, p. 333, * 695.
—— de Saint-Arcons-d'Allier, p. 477.
Accidents du travail, p. 420, * 889.
Acclimatation du saumon de Californie, p. 34.
Acariens (Organe énigmatique des), p. 299.
Acétylène, p. 31.
Acide cyanacétique, p. 242, * 291.
Acides des fruits, p. 287, * 454.
Acidimétrie, p. 394.
Acoustique, p. 199, * 248.
Actinomycose, p. 352.
—— *cervico*-faciale, p. 358.
—— néoplasique limitée, p. 359.
—— dans le Gard, p. 365.
—— (Histoire de l'), p. 366.
—— (L'Iodure de potassium dans le traitement de l'), p. 368.
Action physiologique des rayons X, p. 298, * 518.
Acuités visuelles, p. 201, * 273.
Adam. — Discussion sur la nomenclature chimique, pp. 205, 210, 218.
—— Sur la synthèse du chlorure d'aluminium, p. 265.
Adolescent (Hygiène de l'), p. 464.
Adour (Inondation du bassin de l'), p. 272.
Adultère, p. 432.
Afrique (Eléphant d'), p 309, * 564.
—— (Moutons et mouflons d'), p. 311.
Afrique du Nord (Tombes de l'), p. 313, * 586.
Age du Bronze, p. 322.
Agronomie, p. 390, * 817.
Alcool (Amblyopie par l'), p. 348, * 749.
Alcools des fruits, p. 287, * 454.
Aldéhyde salicylique, p. 266, * 296.
—— formique, p. 467.
Alezais. — Tension artérielle dans la fièvre typhoïde, p. 382 * 807.
Alger (Gisement zéolithique du cap Djinet), p. 284, * 417.
Algérie (Noctuelles nuisibles), p. 305.
—— (Ouest-Algérien), p. 307, * 556.
—— (Cochenille du tamarix), p. 310.
—— (Grottes de l'), p. 320.
—— (Musulmans d'), p. 314, * 589.
—— (Indigènes d'), p. 433 * 936.
Alimentation rationnelle, p. 392 * 820.
Allemagne (Assurances), p. 420 * 889.
Allocution du Président de la 7e section, p. 268.
Allongement de la taille, p. 333 * 688.
Alpes françaises, p. 280, * 356.
Amblyopie, p. 348, * 749.
Ammonite des calcaires de Fontanil, p. 280, * 353.
Anatomie, p. 296, * 518.
André (C.). — Détermination des parallaxes, p. 180, * 202.
Aneto, Maladetta, p. 284.
Angiomes et *angiolipomes*, p. 346, * 738.
Animal domestique ? (Le pigeon voyageur est-il un), p. 392, * 817.

Animaux à pneumogastriques coupés, p. 296.
Anomalie thermique, p. 273.
Antedons de l'horizon de la femme de Loth, p. 282, * 393.
Anthriscus torquata, p. 292.
Anthropologie, 313, * 586.
—— des Ardennes, p. 316, * 645.
Anthropométrie, pp. 330, 333, * 688.
Antiquité de l'Homme, p. 328.
Appareil trachéen du Cluno-marinus Haliday, p. 299.
—— de Revilliod, p. 381 * 801.
Appareils de démonstration, p. 436, * 939.
Apomorphine, pp. 385, 390.
Arbel (Etablissements), p. 402.
Archéologie, p. 472, * 981.
Architecture bourguignonne, p. 473
Ardennes (Anthropologie), p. 316, * 645.
Argent (Sels basiques mixtes de cuivre et d'), p. 265, * 294.
Argile (Emploi de l'), p. 185.
Argostoli (Phénomène d'), p. 284, * 417.
Arithmétique des gammes, p. 181, * 198.
Arkansas (Tornade de Little-Rock), p. 272.
Armée (Recrutement de l'), p. 315, * 614.
—— (Uniformes dans l'), p. 465, * 949.
—— (Exemption du service militaire), pp. 313, 315, 411, 468, * 586.
Articulation radio-carpienne, p. 350.
Arvernes (Collège de Druides de la région des), p. 476, * 999.
Ascia sur les monuments antiques, p. 473.
Asie occidentale (Anthropologie d'), p. 334.
—— *Mineure*, p. 334.
Asnières (Tornade d'), p. 272.
Aspargillus, p. 241.
Assainissement de la Seine, p. 283, * 414.
—— d'Avignon, p. 470, * 962.
Assemblée générale, p. 127.
Association française en 1896-1897, p. 164.
—— (Les finances de), p. 164.
Assurance ouvrière, p. 425. * 893.
Assurances allemandes, p. 420, * 889.
Astronomie, p. 173, * 1.
Atmosphère (Electricité), pp. 199, 202, * 257, 277.
—— (Action du soleil et de la lune), p. 270.
—— (Polarisation d'), p. 271.
Augé de Lassus. — Les grands sanctuaires de la Grèce, Eleusis, Epidaure, Olympie, Delphes, p. 46.
Aurie. — Formation des calendriers, p. 179, * 169.
Auto-commutateur balistique, p. 194.
Automobilisme, pp. 18, 402.
Autonarcose carbonique, p. 300.
Avignon (Assainissement d'), p. 470, * 962.
Avillez (J. d'). — Un certain triangle, p. 177, * 131.
—— Un groupe de 3 paraboles, p. 177, * 133.
Avoine de Russie, p. 399, * 843.
Babinet (Son système de construction des cartes), p. 187, * 218.
Balestre. — Emploi de la globularine et de la globularétine, p. 389.
Barbier. — Carte du monde, p. 410, * 860.
—— Bibliothèque géographique en Lorraine, p. 410.
Bard (Dr). — Discussion sur le licenciement des écoles, p. 451.
—— —— sur l'enseignement de l'Hygiène, p. 463.
—— —— sur le diagnostic de la diphtérie, p. 464.
Baretge. — Filage de l'huile, p. 182.
Barisien (Capne). — Un triangle remarquable, p 175, * 107.
Barthe. — Synthèses à l'aide de l'acide cyanacétique, p. 242, * 291.
—— Stérilisation des objets de pansements, p. 389.
Barrage de l'Echapre, pp. 184, 186, 188.
—— de Couzon, p. 189.
Barrages, pp. 184, 186, 187, 188, 189.
Bassin houiller de la Loire, p. 277.
Batraciens (Diaphragme des), p. 296.
Baux (Danien des), p. 282, * 377.
Beaujolais préhistorique, p. 331.
Béguin (L.). — L'automobilisme, p. 18.
Béhal. — Discussion sur la nomenclature chimique, p. 205.
Beilstein. — Discussion sur la nomenclature chimique, pp. 206, 210, 213.
—— Discussion sur la synthèse du chlorure d'aluminium, p. 265.
Belloc (E.). — Glacier du massif des Pyrénées, p. 284.
—— Flore algologique du lac de Tibériade, p. 290.
—— Faune ichthyologique des Pyrénées, p. 302.
—— Dunes et lacs littoraux du golfe de Gascogne, p. 411.
Bérard (L.). — Actinomycose humaine, p. 352.
—— Iodure de potassium dans le traitement de l'actinomycose, p. 368.
—— Discussion sur le traitement des goitres, p. 378.
Berdellé (Ch.). — Arithmétique des gammes, p. 181, * 198.
Bérillon. — Psychoses de l'enfance, p. 387.

Bérillon. — Education de la volonté, p. 437.
Bernard. — Discussion sur l'électrogermination, pp. 393, 394.
—— Acidimétrie, p. 394.
—— Discussion sur la carte agronomique, p. 396.
Bertrand (C.-E). — Charbons humiques, p. 275, * 328.
—— Kerosene Shale, p. 276 * 341.
—— Structure des Isoëtes, p. 291, * 483.
Bertrand (Dr). — Un collège de Druides, p. 476, * 999.
Betocchi. — Régularisation du Tibre, p. 186, * 214.
Bibliothèque géographique en Lorraine, p. 410.
Bicarbonate de soude, agent de la sécrétion gastrique, p. 351, * 753.
Bienfaiteurs de l'Association, p. XVI.
Bilhaut. — Mal de Pott, p 380, * 794.
—— Discussion sur l'empyème interlobaire, p. 381.
Bizot (E.). — L'ascia sur les monuments antiques, p. 473.
Blanc (E.). — La craniectomie dans l'idiotie microcéphalique, p. 341, * 714.
—— Discussion sur l'éviscération, p. 374.
—— Hydarthrose héréditaire, p. 375 * 772.
—— Hépatopexie pour hépatoptose totale, p. 384.
Boé (Dr). — Le médecin au point de vue social, p. 415.
Boirivant (A.). — Influence d'un corps étranger dans la racine, p. 293, * 510.
Boissier (L.). — Tramways électriques, p. 194.
Boissons chaudes, p. 344, * 729.
Bonnet (Dr). — Discussion sur la géographie botanique, p. 290.
—— Philologie et histoire botanique, p. 291, * 493.
Bonvillain. — Fours à réchauffer, p. 187.
Bordier (Dr). — Conductibilité calorifique des tissus de l'organisme, p. 200, * 266.
—— Echelle optométrique, p. 201, * 273.
—— Etoffes des uniformes militaires, p. 465, * 949.
Botanique, p. 286, * 437.
Bouches-du-Rhône (Institut antirabique de Marseille), p. 385.
Boutté. — Traitement du psoriasis. p. 379.
Bourdarie (P.). — Domestication de l'Eléphant, p. 309, * 564.
Bourdin (L.). — Essai sur le climat du Vivarais, p. 408, * 846.
Bourgeons et racines adventives, p. 293, * 515.
Bourron (Station néolithique), p. 327.
Bourses de Session, p. 146.
Bouveault. — Discussion sur la nomenclature chimique, p. 213.
—— Distillation fractionnée dans le vide, p. 241, * 286.
—— Composés à chaînes fermées, p. 243.
—— Discussion sur la synthèse du chlorure d'aluminium, p. 265.
Bouvet (A.). — Enseignement technique, p. 437.
Braemer (G.). — Station météorologique du Pilat, p. 269, * 298.
Brémond (Dr). — Discussion sur le médecin au point de vue social, p. 415.
—— —— sur la prophylaxie de la rage, p. 465.
—— Syphilis des verriers, p. 466.
Brian. — L'iodothyrine dans le traitement des goitres, p. 378.
Brie (Avoine de), p. 399, * 843.
Brillouin (M.). — Electricité atmosphérique, p. 199, * 257.
Brives (Gisement de Kaolin), p. 280.
Broca (André). — Protection des instruments contre les vibrations du sol, p. 199, * 260.
Bronze (Epoque du), pp. 322, 338.
Brossard. — Déformations acquises du poignet, p. 350.
Bruches des graines des légumineuses, p. 391.
Brûlures, p. 345.
Bureau de l'Association, p. 130.
—— des 1re et 2e sections, p. 173.
—— des 3e et 4e sections, p. 182.
—— de la 5e section, p. 196.
—— — 6e section, p. 204.
—— — 7e section, p. 268.
—— — 8e section, p. 275.
—— — 9e section, p. 286.
—— — 10e section, p. 296.
—— — 11e section, p. 313.
—— — 12e section, p. 341.
—— — 13e section, p. 390.
—— — 14e section, p. 408.
—— — 15e section, p. 415.
—— — 16e section, p. 434.
—— — 17e section, p. 439.
—— (Sous-section d'archéologie), p. 472.
Caisses des retraites, p. 425. * 893.
Calcaires de Fontanil, p. 280, * 353.
Calendriers, p. 179, * 169.
Californie (Saumon de), p. 311.
Calligraphie, p. 434.
Canal de la Loire au Rhône, p. 191.
Canne à sucre, p. 305.

Caoutchouc (Liane à), p. 286, * 437.
—— (Plantes à),, p. 289, * 477.
Cap Djinet (Gisement zéolithique), p. 284, * 417.
Capitan. — Un village néolithique, p. 327, * 667.
—— Station acheuléenne de Villejuif, p. 339.
Cappadoce (Le Tell de Kara-Euyuk), p. 474.
Caractères radiographiques comparés, p. 376.
Carbures d'hydrogène, p. 266.
Caricature au XVIII^e^ siècle, p. 62.
Cartaz (A.). — L'Association française en 1896-1897, p. 164.
Cartes, p. 187, * 218.
Carte toponomastique des noms de villes, p. 338.
—— *des eaux-de-vie*, p. 390.
—— *agronomique*, p. 395.
—— *topographique* de France, p. 409, * 851.
—— *du monde*, p. 410 * 860
Carton (D^r^). — Tombes de l'Afrique du Nord, p. 313 * 586.
Cassini de Thury (Carte de France de), p. 409, * 851.
Causse. — Dosage de la phénylhydrazine, p. 241, * 284.
—— Action de l'urée, p. 266, * 296.
Causses (Société de spéléologie dans les), p. 412.
Cavités (volume des), p. 185.
Cayla (C.). — Caisses des retraites, p. 425, * 893.
Celsius (Thermomètre de), p. 270.
Cénas (D^r^ L.). — Les petites lèvres au point de vue anthropologique, p. 336, * 708.
—— Lèpre nostras, p. 343, * 723.
—— Empyème interlobaire enkysté, p. 381, * 801.
—— Discussion sur le mal des montagnes, p. 383.
Céphalonie (Phénomène d'Argostoli), p. 284, * 417.
Cercle de Longchamps, p. 178, * 136.
Cerveau (Lésions du), p. 343.
Chaize. — Régulateur et transmissions électriques, p. 194, * 241.
Champignons (Membrane cellulaire des), pp. 264, 287, * 446.
—— vendus au marché de Saint-Etienne, p. 288.
Champ électrique normal de l'atmosphère, p. 202, * 277.
Champs magnétiques, p. 436, * 939.
Change, p. 417.
Chantre (E.). — Discussion sur les tombes de l'Afrique du Nord, p. 314.
Chantre (E.). — Discussion sur le préhistorique en Danemark, p. 320.
—— Discussion sur le Beaujolais préhistorique, p. 332.
—— Recherches anthropologiques, p. 334.
—— Le Tell de Kara Euyuk, p. 474.
Chapelier (ouvrier), p. 351, * 759.
Chapelle de la Chartreuse de Sainte-Croix, p. 474.
Charbons humiques, p. 275, * 328.
Charencey (Comte de). — La légende d'Huitzilopochtli, p. 477, * 1018.
—— Numismatique Ibérienne, p. 477, * 1031.
Charente (Eaux-de-vie de), pp. 390, 401.
Charon. — Discussion sur les avoines, p. 400.
Charpentier. — Discussion sur les institutions de prévoyance, p. 419.
—— —— sur les accidents du travail, p. 422.
—— —— sur la grève, p. 429.
Chartreuse de Sainte-Croix, p. 474.
Château de Vaux-la-Reyne, p. 476, * 840.
Chauvet (G.). — Gisement quaternaire, p. 333, * 697.
Chaux hydraulique, p. 188.
Chavanon. — Discours, p. 151.
Chemin de fer d'Orléans (Gare du quai d'Orsay), p. 468.
Chemins de fer, p. 190, * 227, 235.
—— russes, p. 182, * 205.
Cheval (Harnais du), p. 398, * 840.
—— (Elevage du), pp. 402, 403.
Chicandard. — La gamme, p. 199, * 248.
Chimie, p. 204, * 284.
Chinois de Lang-tchéou, p. 330.
Chlorhydrates (Les deux) d'apomorphine, p. 385.
Chlorure d'aluminium, p. 264.
Chômienne (C.). — Le travail manuel à l'Ecole primaire, p. 435.
Chopinet (D^r^ C.). — Recrutement dans les Landes, p. 315, * 614.
Chutes de foudre, p. 271, * 312.
Circulation maternelle du placenta, p. 342, * 718.
—— du sang, p. 382.
Clermont (R. de). — Le pigeon voyageur est-il un animal domestique? p. 392, * 817.
—— Poursuite en adultère, p. 432.
Climat du Vivarais, p. 408, * 846.
Clos (D). — La météorologie, p. 268.
Cluno Marinus Haliday, p. 299.
Coccidies, p. 304, * 542.
Cochenille du Tamarix, p. 310.
Collège de Druides, p. 476, * 999.
Collignon (Ed). — Moments d'inertie de points matériels isolés, p. 173, * 1.

Collignon (Ed.) Transformation des courbes planes, p. 174, * 7.
Collignon (Dr R.). — Discussion sur les tombes de l'Afrique du Nord, p. 313.
—— —— sur le recrutement dans les Landes, p. 316.
—— —— sur l'anthropologie des Ardennes, p. 318.
—— Discussion sur le préhistorique en Danemark, p. 319.
—— Discussion sur les grottes d'Algérie, p. 322.
—— — sur les races de l'Europe, p. 325.
—— — sur l'application de la radiographie, p. 326.
—— — sur l'anthropométrie des Chinois, p. 330.
—— — sur le Beaujolais préhistorique, p. 331.
—— — sur les recherches anthropologiques en Asie, p. 334.
—— — sur les Mans du Tonkin, p. 337.
—— Répartition des noms de ville, p. 338.
Collin (E.). — Un village néolithique, p. 327, * 667.
—— Station néolithique, p. 327.
—— — acheuléenne de Villejuif, p. 339.
Colomès. — Météoroscope, p. 268.
Comité local de Saint-Etienne, p. 137.
Commissions permanentes, p. 135.
—— officielle de décimalisation du temps et des angles, p. 410, * 860.
Communes mixtes en Algérie, p. 433, * 936.
Compagnie de Roche-la-Molière et Firminy, p. 498.
Composés à chaînes fermées, p. 243.
Compte rendu financier, p. 169.
Conductibilité calorifique des tissus de l'organisme, p. 200, * 266.
Conférences, pp. 1, 2, 18, 31, 46, 62, 75, 88, 106, 479.
Congrès de Saint-Etienne, p. 127.
Conseil d'administration, p. 130.
Construction des cartes, p. 187, * 218.
Constructions (Dalles en verre dans les), p. 464.
Cornaille (F.). — Structure des Isoëtes, p. 291, * 483.
Cornes cutanées, p. 345.
Cornevin (Ch.). — Moutons et mouflons d'Afrique, p. 311.
—— Discussion sur les eaux-de-vie, pp. 390, 401.
—— — sur les Bruches, p. 392.
—— — sur le pigeon voyageur, p. 392.
—— — sur l'électro-germination, p. 394.
—— — sur la suppression des œillères, p. 399.
Cornevin (Ch.). — Discussion sur les avoines, pp. 399, 400.
—— Question proposée à la discussion de la 13e section, p. 402.
—— Discussion sur l'élevage du cheval, p. 407.
Cornu (M.). — Discussion sur l'Okouendé n'Gowa, p. 286.
—— Champignons vendus au marché de Saint-Etienne, p. 288.
—— Plantes à caoutchouc, p. 289, * 477.
Corrèze (Gisement de Kaolin), p. 280.
Corse (Exploration zoologique), p. 311.
Cotylédons mutilés, p. 288, * 463.
Courbes planes, pp. 173, 174, * 50.
Coups de vent, p. 272.
Courmont. — Première question posée à la 17e section, p. 439.
—— Discussion sur la désinfection par l'aldéhyde formique, p. 467.
Cousin. — Pathogénie de la dissociation syringomyélique, p. 379.
Couvreur. — Gaz du sang, p. 296.
—— Diaphragme des Batraciens, p. 296.
—— Les Euglènes, p. 303.
Couzon (Barrage de), p. 189.
Crâne de nègre, p. 322.
Craniectomie, p. 341, * 714.
Crus d'eau-de-vie, p. 390.
Cuénot (H.). — Une excursion dans le Valais, p. 88.
Cuivre (Sels basiques), pp. 242, 265, * 289, 294.
Culm du Mâconnais, p. 279, * 348.
—— (Diploxylée du), p. 281, * 363.
Cure radicale des hernies, p. 347.
Curie (J.). — Construction des cartes, p. 187, * 218.
—— Représentation proportionnelle, p. 432, * 914.
Cyclones, p. 272.
Dahomey, p. 2.
Dalles en verre, dans les constructions, p. 464.
Danien des Baux, p. 282, * 377.
Danemark (Préhistorique en) pp. 319, 320, * 657.
Danube (Inondation du bassin du), p. 272.
Décimalisation du temps et des angles, p. 410, * 860.
Décret, p. 1.
Déformations du poignet, p. 350.
Dégénérescence (Lutte contre la), p. 437.
Délégués de l'Association, p. 131.
—— des Sections, p. 132.
—— officiels, p. 145.
Delestrac. — Volume des cavités, p. 185.
Delisle (Dr F.). — Le zébu à Madagascar, p. 308.

Delisle (Dr F.). — Discussion sur les races de l'Europe, p. 325.
—— — sur les recherches anthropologiques en Asie, p. 334.
—— — sur les noms de villes, p. 338.
—— Origine du nom « Pilat », p. 412.
Delore. — Circulation maternelle du placenta, p. 342, * 718.
—— Redressement forcé, p. 349.
—— — — appliqué au torticolis postérieur, p. 351.
—— Discussion sur le licenciement des Ecoles, p. 433.
Delore (X.) (fils). — Méat hypogastrique chez les prostatiques, p. 377, * 785.
Delort. — Tumulus de la fin de l'âge du bronze, pp. 322, 323.
Delphes, p. 46.
Démographie des Musulmans d'Algérie, p. 314, * 589.
—— de la Loire, p. 471, * 972.
Deniker (J.) — Les races de l'Europe, p. 324.
Densité des maçonneries, p. 184.
Depaul. — Discussion sur la suppression des œillères, p. 399.
—— —— sur les avoines, p. 400.
—— —— sur l'élevage du cheval, p. 406.
Dépeuplement des eaux douces, p. 311.
Dépôts électro-chimiques des métaux magnétiques, p. 202.
Désinfection par l'aldéhyde formique, p. 467.
Destot (Dr). — Radiographies anatomiques, pp. 296, 344, * 733.
—— Action physiologique des rayons X, p. 298, * 518.
—— Radiographie dans les lésions traumatiques, p. 344, * 735.
—— Caractères radiographiques comparés, p. 376.
Déterminants, p. 176, * 129.
Développement des déterminants, p. 176, * 129.
Diabète (Femme diabétique), p. 342.
Diagnostic de la diphtérie, p. 464, * 942.
Diaphragme des Batraciens, p. 296.
Diatomées de la Guadeloupe et de la Guyane, p. 290, * 481.
Différenciations physiologiques, p. 385, * 390.
Dilatamètre de M. H. Le Chatelier, p. 196.
Diphtérie (Diagnostic de la), p. 464, * 942.
Diploxylée du Culm, p. 281, 363.
Dissard. — Discussion sur les villas romaines, p. 472.
—— —— sur l'ascia, p. 473.
Dissociation syringomyélique, p. 379.
Distillation dans le vide, p. 241, * 286.
Domestication de l'Éléphant, p. 309, * 564.
Dor (Dr L.). — L'amblyopie par l'alcool et le tabac, p. 348, * 749.
Dosage de la phénylhydrazine, p. 241, * 284.
Drapeyron (L.). — Enquête sur la carte de France de Cassini, p. 709, * 851.
Droz-Farny (A.). — Théorème de Schroeter, p. 178, * 136.
Druides (Collège de), p. 476, * 999.
Dubois (R.). — Emission des radiations chimiques par les animaux, p. 298.
—— Les feux follets physiologiques, p. 298.
—— Théorie des neurones et autonarcose carbonique, p. 300.
—— Discussion sur la résistance des œufs des insectes, p. 304.
—— Dépeuplement des eaux douces, p. 311.
Duchamp (V.). — Actinomycose cervico-faciale, p. 358.
—— Discussion sur l'éviscération, p. 374.
—— — sur le méat hypogastrique, p. 377.
—— Discussion sur le mal de Pott, p. 381.
—— — sur l'empyème interlobaire, p. 381.
Ducor. — Actinomycose néoplasique limitée, p. 359.
—— Discussion sur l'Iodure de potassium dans le traitement de l'actinomycose, p. 372.
Dufour (L.). — Comparaison d'une avoine de Russie et d'une avoine de Brie, p. 399, * 843.
Dumont (A.). — Démographie des Musulmans d'Algérie, p. 314, * 589.
Dunes du golfe de Gascogne, p. 411.
Duran-Loriga (J.-J.). — Notes de géométrie, p. 179, * 175.
Dynamos, p. 436, * 939.
Dyptères (Leur alimentation estivale), p. 310.
Eau électrisée, p. 194.
—— chrysophorée, p. 387.
Eaux d'égout de Paris, p. 283, * 414.
—— *de vie*, p. 390.
—— *de vie des Charentes*, p. 401.
Echapre (Barrage de l'), pp. 184, 186, 188.
Echelle optométrique décimale, p. 201, * 273.
Echiquier de n² cases, p. 176.
Ecole primaire, p. 435
Ecoles (Licenciement des), p. 439.

Ecoles (Enseignement de l'hygiène dans les), p. 454.
—— (Dalles en verre dans les), p. 464.
Economie politique, p. 415, * 882.
Education de la volonté, p. 437.
Effets physiologiques de l'éviscération, p. 373. * 765.
Effluves photographiés, p. 309.
Eglise de Curgy, p. 473.
Eglises de la Haute-Loire, p. 475.
Electricité, pp. 190, 194, 199, 200, 201, 202, 277, * 235, 241, 257, 264, 348, 387, 393, 397, 400, 402.
—— atmosphérique, pp. 199, 202, 400, * 257, 277.
—— statique, p. 387.
Electro-germination, p. 393, * 834.
Eléphant, p. 309, * 564.
Eleusis, p. 46.
Elevage du Saumon de Californie, p. 311.
—— du Cheval, 402, 403.
Emission des radiations chimiques, p. 298.
Employés de l'Etat, p. 419.
Empoisonnement par les toxines microbiennes, p. 386.
—— par le plomb, p. 469, * 959.
Empyème interlobaire enkysté, p. 381, * 801.
Energie électrique en agriculture, p. 397.
Enfance (Psychoses de l'), p. 387.
Enfants anormaux et arriérés, pp. 387, 437.
Enquête sur la carte de Cassini de Thury, p. 409, * 851.
Enseignement, p. 434, * 989.
—— populaire, p. 437.
—— technique, p. 437.
—— de l'hygiène, p. 454.
Entomologie (service d'), p. 309.
Epidaure, p. 46.
Epoques de la Pierre polie, du Bronze, du Fer, p. 338.
Equations différentielles, p. 175, * 60.
—— indéterminées, p. 177.
—— du 3e degré, p. 178, * 147.
—— $ax^{\lambda t} + by^{\lambda t} = cz^{\lambda t}$, p. 179, * 156.
Equivalents, p. 266.
Espagne (numismatique ibérienne) p. 477, * 1031.
Estomac (action des boissons chaudes), pp. 344, 351, 377, * 729, 753.
Etablissements Arbel, p. 502.
—— Marrel, p. 507.
Etat (Employés et fonctionnaires de) p. 419.
Etats-Unis (Alimentation rationnelle aux), p. 392, * 820.
—— (Service entomologique aux), p. 309.
Ether cyano-succinique, p. 242, * 291.
Etymologies nouvelles, p. 434.
Etoffes employées pour les uniformes militaires, p. 465, * 949.
Euglènes, p. 303.
Europe (services entomologiques), p. 309
—— (races de l') p. 324.
—— (noms de ville en), p. 338.
Eviscération (essais physiologiques d') p. 373, * 765.
Evolena, p. 88.
Evolution des fruits, p. 287, * 454.
—— des Coccidies, p. 304, * 542.
Excitation des dynamos, p. 436 * 939.
Excursion dans le Valais, p. 88.
—— géologique, p. 280.
—— générale au Mont-Pilat, p. 484.
—— — à Saint-Chamond et Rive-de-Gier, p. 486.
—— finale, p. 491.
Exemption du service militaire, p. 411.
—— d'impôt, p. 416.
Existence humaine prolongée par l'hygiène, p. 471.
Expérience d'électro-germination, p. 393, * 834.
—— de représentation proportionnelle, p. 432, * 914.
Exploitation des chemins de fer, p. 190, * 235.
Exploration zoologique, p. 311.
Exposition de 1900, p. 437.
Fabrique de rubans de Saint-Etienne, p. 432 * 924.
Faisceaux primaires, p. 286, * 442.
Faune icthyologique des Pyrénées, p. 302.
—— *malacologique*, pp. 282, 307, * 377, 556.
—— de la Femme de Loth, p. 282, * 393.
Favarcq (L). — Peintures du XIVe siècle, p. 474.
Faye (Théorie de M.) p. 272.
Febvre. — Discussion sur les Sociétés coopératives, p. 417.
Femme de Loth (Faune de la), p. 282, * 393.
Fer (Epoque du) pp. 322, 338.
Féret (A.). — Le harnais du cheval, pp. 398, 399, * 840.
—— Action des forêts sur l'hygiène, p. 400.
—— Dalles en verre pour construction, p. 464.
—— Hygiène de l'adolescent, p. 464.
—— Prolongation de l'existence par l'hygiène, 471.
Fernan-Vaz (Liane à caoutchouc), p. 286, * 437.
Feux follets, p. 298.
Fièvre typhoïde, p. 382, * 807.
Filage de l'huile, p. 182.

Finances de l'Association, 169.
Firminy (Barrage de l'Echapre), pp. 184, 186, 188.
—— (Compagnie de Roche-la-Molière et) p. 498.
Fleury (Dr C.-M.). — Une cause d'accident dans les chemins de fer, p. 190 * 227.
—— Discussion sur le licenciement des écoles, p. 453.
—— Laboratoire pour le diagnostic de la diphtérie, p. 464, * 942.
—— Discussion sur la prophylaxie de la rage, p. 465.
—— Mouvement démographique dans la Loire, p. 471, * 972.
Flore mycologique de France, p. 287, * 446.
—— du Mont-Pilat, p. 290.
—— algologique, p. 290.
Fluoroscopie, p. 479.
Foie (Lésions du), p. 386.
Fonction stomacale, p. 344, * 729.
Fonctionnaires de l'Etat, p. 419.
Fontaneau. — Equations différentielles de l'hydrodynamique, p. 175, * 60.
Fontanil (Calcaire de), p. 280, * 353.
Foudre globulaire, p. 271, * 315.
Forêts fossiles, 277.
—— (action des) sur l'hygiène, p. 400.
Forez (Fossiles du) p. 282.
—— (Elevage du cheval dans le), p. 403.
—— (Momies du), p. 475.
Fossiles du danien des Baux, p. 282, * 377.
—— de la plaine du Forez, 282.
Fouleur chapelier, p. 351. * 759.
Fournié. — Discussion sur la stérilisation des objets de pansement, p. 387.
Fours à réchauffer, p. 187.
Foveau de Courmelles. — Phénomènes électriques dans le Sahara, p. 199, * 264.
—— Rayons X., p. 200.
—— Mal des montagnes, p. 383, * 811.
France (Flore mycologique de), p. 287, * 446.
—— (la question du saumon en), p. 311.
—— (actinomycose en), p. 352.
—— (exemption du service militaire en) p. 468.
Francis Garnier (Notice sur), p. 411, * 860.
François. — Tension artérielle dans la fièvre typhoïde, p. 382, * 807.
Frein sublingual, p. 375, * 777.
Frestier (Dr). — L'eau électrisée, p. 194.
—— Cure des hernies, p. 347.
—— Enfants anormaux et arriérés, pp. 387, 437.
Frestier (Dr). — Eau chrysophorée, p. 387.
Friedel (C.). — Discussion sur la nomenclature chimique, p. 205.
—— Discussion sur la synthèse du chlorure d'aluminium, p. 265.
Fruits (Evolution des), p. 287, * 454.
—— (maturation des) p. 291, * 501.
Fusil (Platine de), p. 194, * 241.
Gain (E.). — Développement des lupins, p. 288, * 464.
—— Ravages causés par les Bruches, p. 391.
—— L'alimentation rationnelle (travaux publiés aux Etats-Unis) p. 393, * 820.
Galante (E.). — Les finances de l'Association, p. 169.
Gamme déduite de la théorie des sons harmoniques, p. 299, * 248.
Gammes, p. 181, * 198.
Gandy (Dr). — Anomalie thermique, p. 273.
Gard (Actinomycose dans le), p. 365.
Gare d'Orléans au quai d'Orsay, p. 468.
Gariel (Pr). — La vision et la photographie par les rayons Rœntgen, p. 75
—— La radioscopie et la fluoroscopie, p. 479.
Garnier (J.). — Le Transvaal, p. 408.
Garonne (Inondation du bassin de la) p. 272.
Garrigou-Lagrange (P.). — Discussion sur le météoroscope, p. 269.
—— anomalies de pression, p. 270.
Gascogne (golfe de), p. 411.
Gastéropodes du lac Tanganyika, p. 302.
Gastrotomie temporaire, p. 374.
Gauchery (P.) — L'hybridité, p. 289.
Gaz du sang, p. 296.
Géneau de Lamarlière. — Membrane cellulaire des muscinées, p. 289, * 473.
Génie civil, p. 182, * 205.
Gentil (L.). — Gisement zéolithique du cap Djinet, p. 422.
Géodésie, p. 173, * 1.
Géographie, p. 408, * 851.
—— *botanique*, p. 289.
—— des Infirmités, p. 411.
Géologie, p. 275, * 328.
—— des Alpes françaises, p. 280, * 356.
—— de la Tunisie, p. 281, * 366.
—— du Bassin de Paris, p. 283, * 414.
Géométrie du triangle, p. 175, * 90.
—— (Notes de), p. 179, * 175.
Gerber (Dr C). — Les fruits pendant leur évolution, p. 287, * 454.
—— Maturation des fruits, p. 291, * 501
Giard. — Cluno marinus Haliday, p. 299.

Giard. — Discussion sur les sauterelles acridophages, p. 302.
—— Discussion sur la résistance des œufs des insectes, p. 305.
—— Discussion sur les glugéidées, p. 306.
—— les services d'entomologie en Europe et aux Etats-Unis, p. 309.
Gilles de la Tourette (Dr). — Mesmer et la caricature au XVIIIe siècle, p. 62.
Girard (H.). — Anthropométrie des Chinois, p. 330.
—— Esquisse sur les Mans (Tonkin), p. 336.
Gisement de kaolin, p. 280.
—— quarternaire, p. 333, * 697.
Glacier septentrional des Pyrénées, p. 284.
Globulaires (Globularine et globularétine). p. 389.
Glugéidées, p. 306, * 552.
Goitres (Traitement des), p. 378.
Golfe de Gascogne, p. 411.
Goutte, pp. 201, 376.
Gouvernement des indigènes en Algérie, p. 433 * 936.
Graines à cotylédons mutilés, p. 288, * 463.
—— des légumineuses, p. 391.
—— (Electro-germination des), p. 393, * 834.
Grande cavité (Empyème de la) p. 381, * 801.
Grand'Eury. — Les forêts fossiles, p. 277.
Grand Saint-Bernard, p. 88.
Gras. — Discussion sur les institutions de prévoyance, p. 419.
—— —— sur le taux de l'intérêt, p. 426.
—— Organisation syndicale de la fabrique de rubans de Saint-Etienne, p. 432, * 924.
Gravillon (de). — Ruines de villas romaines, p. 472.
Grèce (Sanctuaires de la), p. 46.
Grégoire. — Main de l'ouvrier fouleur chapelier, p. 351, * 759.
—— Tube à injection, p. 388.
Grève (La) au regard de la science économique, p. 427.
Grimanelli. — Discours, p. 151.
Grison-Poncelet. — Discussion sur le taux de l'intérêt, p. 426.
—— sur les ventes judiciaires. p. 427
Grosseteste (W.). — Phénomène d'Argostoli — p. 284, * 417.
Grotte de la Mouthe, p. 332 *, 669.
Grottes de l'Ouest de l'Algérie, p. 320.
Groupe 1er, p. 193, * 1.
—— 2e, p. 196, * 248.
—— 3e, p. 275, * 328.
—— 4e, p. 390, * 817.
Grault (E.). — Musées d'enseignement populaire, p. 437.
Guadeloupe (Diatomées de), p. 290 * 481.
Guanches (Grottes artificielles attribuables aux), p. 320.
Guerne (Baron J. de). — Discussion sur les gastéropodes du lac Tanganyika, p. 302.
—— Le saumon de Californie, p. 311.
Guimaraes. — Déterminants de 4e ordre, p. 176 * 129.
Guinard (L.). — Etats physiologiques de l'éviscération, p. 373, * 765.
—— Modifications circulatoires, p. 382.
—— Discussion sur le mal des montagnes, p. 383.
—— Les deux chlorhydrates d'apomorphine, pp. 385, 390.
—— Lésions du foie chez les animaux soumis aux toxines microbiennes, p. 386.
Guyane (Diatomées de la), p. 290, * 481.
Guyot (Yves). — Exemptions d'impôts, p. 416.
—— Discussion sur le change de la monnaie, p. 418.
—— Assurances allemandes, p. 420, * 889.
—— La grève au regard de la science économique, pp. 427, 431.
Habitat du quercus cerris, p. 292.
Habitations (Dalles en verre dans les) p. 464.
Hagenmüller (P). — Les glugéidées p. 306, * 552.
Haliday (Cluno marinus), p. 299.
Harnais du cheval, p. 398, * 840.
Haug (E.). — Géologie de la Tunisie, p. 281 * 366.
Haute-Loire (Eglises de la), p. 475.
—— (Saint-Arcons-d'Allier), p. 477.
—— (Excursion finale dans la) p. 491.
Hauteur des nuages, p. 273, *, 322.
Huitzilopochtli (Légende d'), p. 477, * 1018.
Hébert (H.). — L'acide cyanhydrique chez quelques plantes. p. 294.
Heim (F.). — L'acide cyanhydrique chez quelques plantes, p. 293.
—— Histoire de l'actinomycose, p. 366.
Hémistome du Martin-Pêcheur, p. 303, * *, 537.
Hémoglobinurie paroxystique, p. 347, * 745.
Hémorragie consécutive à la section du frein sublingual, p. 375, * 777.
Henrot (A.). — Discussion sur l'anthropologie des Ardennes, p. 318.
Hépatopexie, p. 384.

Hépatoptose totale, p. 384.
Herbier Mazé et Schramm, p. 290, ✱ 481.
Hérichard (E.). — Observations relatives à la Tornade du 10 septembre 1896, p. 271.
Hernies (Cures radicales). p. 347.
Histoire botanique, p. 291, ✱ 493.
—— De l'actinomycose, p. 366.
Hivers à Paris. p. 272.
Hollerith (Machine), p. 190, ✱ 235.
Homme (Le moi chez l'), p. 323 ✱ 660.
—— (Antiquité de l'), p. 328
Hoplites du calcaire de Fontanil, p. 280, ✱ 353.
Hôtel de Ville de Saint-Etienne (Réception à l'), p. 481.
Houdaille (F.). — Transmission des coups de vent, p. 272.
Hourst (E.). — Du Sénégal au Dahomey p. 2.
Hovelacque (M.). — Structure des Isoëtes, p. 291, ✱ 483.
Huile (Filage), p. 182.
Hurion. — Allocution, p. 268.
—— Polarisation atmosphérique, p. 271.
Hurmuzescu. — Dépôt électro-chimique des métaux magnétiques, p. 202.
Hybridité, p. 289.
Hydarthrose héréditaire. p. 375, ✱ 772.
Hydrates de carbone des fruits, p. 287, ✱ 454.
Hydrodynamique, p. 175, ✱ 60.
Hygiène, p. 439, ✱ 942.
—— (Action des forêts sur), p. 400.
—— (Enseignement de l'), p. 454.
—— De l'adolescent, p. 464.
—— (Prolongation de l'existence humaine par), p. 471.
Hylésine brillant, p. 308.
Hyménoptères, p. 303, ✱ 523.
—— (Alimentation estivale des), p. 31.
Hyperchimie, p. 242.
Hyperglycémie extraordinaire, p. 342.
Hypnotisme, pp. 387, 437.
Ibérie (Numismatique de l'), p. 477, ✱ 1031.
Idiotie microcéphalique, p. 341, ✱ 714.
Imbert de la Touche. — Affections des voies respiratoires, p. 348.
Imine de l'aldéyde salicylique, p. 266, ✱ 296.
Immeubles (Ventes judiciaires), p. 426, ✱ 907.
Impôts (Exemptions d'), p. 416.
Indigènes d'Algérie, p. 433 ✱ 936.
Industrie des parfums, p. 106.
Infirmités ayant entraîné l'exemption du service militaire, pp. 411, 468.
Inhalations électro-médicamenteuses, p. 338.
Injections (Tube à) p. 388.
Inondations de 1896 à 1897, p. 272.
Insectes (Œufs des), p. 304, ✱ 545.
Instinct (l'), p. 323 ✱ 660.
Institut antirabique de Marseille, p. 385.
Institutions de prévoyance, p. 418, ✱ 882.
Intégration, p. 175, ✱ 60.
Intelligence, p. 323, ✱ 660.
Intérêt (Taux de l'), p. 425.
Interpolation, p. 175, ✱ 86.
Intoxication saturnine, p. 469.
Inventions nouvelles, p. 425.
Iodothyrine dans le traitement des goitres, p. 378.
Iodure de *Potassium* dans le traitement de l'actinomycose, p. 368.
Ions à action thérapeutique, p. 201.
Isère (Calcaires de Fontanil), p. 280, ✱ 353.
Isoëtes (Structure des), p. 291, ✱ 483.
Jassat (vallée de) (Puy-de-Dôme), p. 472.
Jodin (H.). — Bourgeons et racines adventives, p. 293, ✱ 515.
Joubert. — Nomenclature des safranines, p. 266.
Jourdain. — Organe énigmatique des Acariens, p. 299.
Journaux représentés au Congrès, p. 149.
Jumelle (H.). — L'Okouendé n'gowa, p. 286, ✱ 437.
Jura (Géographie botanique du), p. 289.
—— (Pinus montana du), p. 293.
Kaolin des environs de Brives, p. 280.
Kara-Eayuk (Le Tell de), p. 474.
Kerosene Shale, p. 276, ✱ 341.
Kilian (W.). — Hoplites du calcaire de Fontanil, p. 280, ✱ 353.
—— Géologie des Alpes françaises, p. 280, ✱ 376.
Künckel d'Herculais. — Discussion sur le Cluno marinus Haliday, p. 300.
—— Les sauterelles acridophages, p. 301.
—— Les Sésamies, p. 305.
—— Discussion sur les glugéidées, p. 306.
—— La cochenille du tamarix, p. 310.
Labit. — Anthropologie des Ardennes, p. 316, ✱ 645.
Laboratoire pour le diagnostic de la diphtérie, p. 464, ✱ 942.
Labully (P.). — Prophylaxie de la rage, p. 465, ✱ 946.
Lacs littoraux du Golfe de Gascogne, p. 411.
Laisant (C.-A.). — Interpolation, p. 175, ✱ 86.
Landes (Recrutement dans les), p. 315, ✱ 614.
Lantier. — Brûlures, p. 345.

Lapaine (Ivan). — Communes mixtes et gouvernement des indigènes en Algérie, p. 433, * 936.
Laugerie-Basse (Station de). p. 338.
Lang-Tchéou, p. 330.
Launay (L. de). — Le Transvaal et les mines d'or, p. 1.
Layral (Dr V.). — Hémoglobinurie, p. 347, * 745.
—— Intoxication saturnine, p. 469, * 959.
Lebois. — La platine de fusil, p. 194, * 244.
—— Champs magnétiques, p. 436, * 939.
Le Cadet. — Champ électrique normal de l'atmosphère, p. 202, * 277.
Le Chatelier (Dilatamètre de). p. 196.
—— (Microscope), p. 196.
Lefèvre (J.). — L'acétylène, propriétés, applications industrielles, p. 31.
Légende d'Huitzilopochtli, p. 477, * 1018.
Léger (L.). — Evolution des Coccidies, p. 304, * 542.
—— Les glugéidées, p. 306, * 552.
Légumineuses (Graines des), p. 391.
Lehuby. — Théorèmes fondamentaux de la mécanique rationnelle, p. 180.
Lémeray (M.). — Fonction surexponentielle, p. 178.
—— Nombres combinatoires, p. 178.
Lépine (Dr R.). — Discussion sur l'autonarcose carbonique, p. 301.
—— Hyperglycémie extraordinaire, p. 342.
Lèpre nostras, p. 343, * 723.
Le Puy (Excursion au), p. 491.
Lésions rénales, p. 342.
—— du cerveau, p. 343.
—— traumatiques, p. 344, * 735.
—— du foie, p. 386.
Le Tellier (Dr). — Discussion sur la syphilis des verriers, p. 466.
—— Désinfection par l'aldéhyde formique, p. 467.
Letort. — Discussion sur les institutions de prévoyance, p. 419.
Leuillieux (Dr A.). — Ions à action thérapeutique, p. 201.
Le Velay (Excursion dans), p. 491.
Lévêque (Dr E.). — Recrutement dans les Landes, p. 315, * 614.
Lèvres (Les petites) au point de vue anthropologique, p. 336, * 708.
Liane à caoutchouc, p. 286. * 437.
Licenciement des Ecoles, p. 439.
Limons des plateaux de Villejuif, p. 339.
Limousin. — Le change de la monnaie, p. 417.
—— Discussion sur les employés de l'Etat, p. 420.
—— —— sur les accidents du travail, p. 424.
—— —— sur la grève, p. 431.
Liste des Bienfaiteurs, p. XVI.
—— — Fondateurs, p. XVII.
—— — membres à vie, p. XXIV.
—— générale des membres, p. XXXIX.
—— du Conseil, p. 130.
—— des Commissions permanentes, p. 135.
—— des délégués officiels, p. 145.
—— — Savants étrangers. — Bourses de Session, p. 146.
—— des Sociétés savantes, p. 147.
Little-Rock (Tornade de), p. 272.
Livon (Dr C.). — Institut antirabique de Marseille, p. 385.
—— Discussion sur l'enseignement de l'hygiène, p. 463.
Loi des équivalents, p. 266.
—— du 23 octobre 1884, p. 426, * 907.
Loire (Champignons vendus au marché de Saint-Etienne), p. 288.
—— (Vente libre de la Rue à Saint-Etienne), p. 288.
—— (Flore du Mont-Pilat), p. 290.
—— (Visite au nouvel hôpital de Saint-Etienne), p. 372.
—— (Notice sur Francis Garnier), p. 411, * 862.
—— (Fabrique de rubans de Saint-Etienne), p. 432, * 924.
—— (Diphtérie dans la), p. 464. * 942.
—— (Prophylaxie de la rage à Saint-Etienne), p. 465, * 946.
—— (Mouvement démographique dans), p. 471, * 972.
—— (Noirétable), p. 476, * 999.
—— (Réception à la Préfecture de la), p. 481.
—— (Excursion au Mont-Pilat), p. 484.
—— (Barrage de Firminy), pp. 184, 186, 188.
—— (Canal de la) au Rhône, p. 191.
—— (Station météorologique du Pilat), p. 269, * 298.
—— (Bassin houiller de la), p. 277.
—— (Eglises de la Haute-), p. 475.
—— (Saint-Arcons-d'Allier, Haute-), p. 477.
—— (Excursion finale dans la Haute-), p. 491.
Longchamps (Cercle de), p. 178, * 136.
Lorraine (Bibliothèque géographique de), p. 410.
Lumière polarisée, p. 197.
Lune (Action sur l'atmosphère), p. 270.
Lupins, p. 288, * 463.
Lutte contre la dégénérescence, p. 437.
Luys (Dr). — Photographies d'effluves, p. 309.
Mac-Farlane (A.). — Equation du 3e degré, p. 178, * 147.
Machine Hollerith, p. 190, * 235.

Machuel. — Discussion sur l'enseignement de l'Hygiène, p. 463.
Mâconnais (Culm du), p. 279, * 348.
Maçonneries (Densité des), p. 184.
Madagascar (Prunes malgaches), p. 292.
—— (Le Zébu à), p. 308.
Magnétisme, pp. 202, 436, * 939.
—— terrestre, p. 269. * 301.
Magnien. — Carte agronomique, pp. 395, 397.
—— Discussion sur l'emploi de l'énergie électrique en agriculture, p. 398.
Magnin (Dr A.). — Géographie botanique, p. 289.
—— Flore du Mont-Pilat, p. 290.
—— Habitat du *quercus cerris*, p. 292.
—— Les *Pinus montana*, p. 293.
Maillet (Ed.). — Equation indéterminée $ax^{\lambda t} + by^{\lambda t} = cz^{\lambda t}$, p. 179, * 156.
—— Groupes d'opérations et de substitutions, p. 180, * 190.
Main de l'ouvrier fouleur chapelier, p. 351, * 759.
Maïs, p. 305.
Maison (E.). — La question du saumon en France, p. 311.
Mal de Pott, p. 380, * 794.
—— des Montagnes, p. 383, * 811.
Maladies transmissibles, p. 439.
—— entraînant l'exemption du service militaire, p. 468.
Malgaches (Prunes), p. 292.
Maladeta, p. 284.
Malvezin (P.). — Etymologies nouvelles, p. 434.
Mangenot (Dr). — Discussion sur le licenciement des écoles, p. 453.
—— —— sur l'enseignement de l'hygiène, p. 463.
Manouvrier (Dr L.). — Allongement de la taille, p. 333, * 688.
Mans du Haut Tonkin, p. 336.
Maquenne. — Discussion sur la nomenclature chimique, p. 205.
Marchand (E.). — Appareil pour la mesure des hauteurs des nuages, p. 273, * 322.
Marey. — Discours, p. 155.
Marqfoy. — Nouvelle théorie de la chimie, p. 266.
Marrel (Etablissements), p. 507.
Marseille (Institut antirabique), p. 385.
Martel (E. A.). — La Société de spéléologie dans les Causses, p. 412.
Martin-Pêcheur, p. 303, * 537.
Massénat (E.). — Gisement de Kaolin, p. 280.
—— Discussion sur les tombes de l'Afrique du Nord, p. 314.
—— Discussion sur les grottes d'Algérie, p. 321.
—— Discussion sur les tumulus, p. 323.
Massénat (E.). — Discussion sur l'application de la radiographie, p. 326.
—— Discussion sur l'antiquité de l'Homme, p. 330.
—— Station de Laugerie-Basse, p. 338.
Mathématiques, p. 173, * 1.
Mathias. — Magnétisme terrestre, p. 269, * 301.
Maturation des fruits, p. 291, * 501.
Mayençon (F.). — La stérélectrolyse, p. 277, * 347.
—— Fossiles de la plaine du Forez, p. 282.
Maze (l'Abbé). — Proposition de la théorie des nombres, p. 173.
—— Thermomètre centigrade, p. 270.
—— Cinquante derniers hivers à Paris p 272.
Mazé (Herbier), p. 290, * 481.
Méat hypogastrique p. 377, * 785.
Mécanique, p. 173 * 1.
—— *rationnelle*, p. 180.
Médecin (Le) au point de vue social, p. 415.
Médecine, p. 341, * 714.
—— *publique*, p. 439, * 942.
Membrane cellulaire des champignons, p. 264.
—— des muscinées, p. 289, * 473.
Ménégaux. — L'Hylésine brillant, p. 308.
Méristème de la racine, p. 293, * 510.
Mesmer, p. 62.
Mésopotamie (Anthropologie de la Haute), p. 334.
Mesure des acuités visuelles, p. 210, * 273.
Métaux magnétiques, p. 202.
Météorologie, p. 268, * 298.
Météoroscope, p. 268.
Métiers à tisser le ruban, p. 194, * 241.
Mezenc (Excursion au), p. 491.
Michel (H.). — Propulseurs à crochets des Péruviens, p. 338, * 710.
Micoque (gisement quaternaire de la) p. 333 * 697.
Microcéphalie, p. 341, * 714.
Microscope de M. Le Chatelier, p. 196.
Minéraux (Stérélectrolyse des) p. 277, * 347.
Minéralogie, p. 275, * 328.
Mines d'Or, p. 1.
Ministère public (Son rôle dans un cas spécial de poursuite en adultère), p. 432.
Miocène, p. 282, * 393.
Modifications circulatoires et respiratoires, p. 382.
Moi (Le) p. 323, * 660.
Moments d'inertie, p. 173, * 1.
Monde (Carte du), p. 410.
Monnaie (Change de la), p. 417.
—— carlovingienne, p. 475.

Mont-Pilat, pp. 269, 290, 412, 413, 484, 269, 390, 412, 413, 484, ± 298.
Montagnes (Mal des), p. 383, ± 811.
Montagnon (Dr F.). — Action des boissons chaudes, p. 344, ± 729.
—— Le bicarbonate de soude agent actif de la sécrétion gastrique, p. 351, ± 753.
Montricher (H. **de**). — Assainissement de la ville d'Avignon, p. 470, ± 962.
Monuments antiques, p. 473.
Mortillet (G. **de**). — Antiquité de l'homme, p. 328.
Mouflons d'Afrique, p. 311.
Moûts (acidimétrie des) p. 394.
Mouthe (Grotte de La) p. 332, ± 669.
Moutons d'Afrique, p. 311.
Mouvements des nuages, p. 273 ± 316.
—— démographiques dans la Loire, p. 471, ± 972.
Munier-Chalmas (appareil à projection), p. 197.
Murols (Villas romaines à) p. 472.
Muscinées p. 289, ± 473.
Musées d'enseignement populaire, p. 437.
Musulmans d'Algérie, p. 314 ± 589.
Navigation, pp. 182, 187, ± 205.
Nègre (Crâne de), p. 322.
Nepveu (G.). — Lésions du cerveau dans la peste, p 343.
Neurones (Théorie des), p. 300.
Newcastle (Gisement de), p. 276, ± 341.
Nez (Thérapeutique du) p. 383 ± 813.
Nicolas (H.). — Fossiles du Danien des Baux, p. 282 ± 377.
—— Faune de la femme de Loth, p. 282, ± 393.
—— Observations sur les hyménoptères p. 303, ± 523.
—— Mollusques nouveaux, p. 303, ± 528.
Noctuelles nuisibles, p. 305.
Nodet (Dr). — La Rubéole, p. 384 ± 815.
Noelting. — Discussion sur la nomenclature chimique, p. 205.
—— Synthèse du chlorure d'aluminium, p. 264, 265.
Noirétable, p. 476, ± 999.
Nomenclature chimique, p. 204.
—— des composés à chaînes fermées, p. 243.
—— des safranines p. 266.
Noms de ville (Répartition) p. 338.
Northern coal Field, p. 276 ± 341.
Nourry (M.). — Gastéropodes du lac Tanganyika, p. 302.
Nouvelle-Galles du Sud (Northern Coal field de la), p. 276 ± p. 341.
Nuages (Mouvements des) p. 273, ± 316.
—— (vitesse des), p. 273, ± 322.
Numismatique ibérienne, p. 477, ± 1031.
Œillères (suppression des) p. 398, ± 840.
Œsophage (Rétrécissements de l'), p. 374.
Œufs des insectes p. 304, ± 545.
Oiseaux (Thyroïdes des), p. 306, ± 548.
Okouendé n'gowa, p. 286, ± 437.
Oligocène du Forez, p. 282.
Olympie, p. 46.
Opérations (Groupes d'), p. 180, ± 190.
Optique, pp. 196, 197, 201, ± 273.
Or (Mines d'), p. 1.
O'Reilly. — Discussion sur les charbons humiques, p. 276.
Organe énigmatique des Acariens, p. 299.
Organisation syndicale de la fabrique de rubans de Saint-Etienne, p. 432, ± 924.
Origine du Mont-Pilat, p. 412.
Ory. — Elevage du cheval dans le Forez, pp. 405, 406, 407.
Ouest-Algérien, p. 307, ± 556.
Ouvrages présentés aux 1re et 2e sections, p. 181.
—— 3e et 4e sections, p. 195.
—— à la 7e section, p. 274.
—— à la 8e section p. 285.
—— à la 11e section, p. 340.
—— à la 15e section, p. 433.
—— à la 17e section, p. 471.
Ouvriers fouleurs-chapeliers p. 351, ± 759.
—— Avantages procurés aux p. 418, ± 882.
—— (Caisse des retraites), p. 425, ± 892.
Oxydes métalliques, p. 266.
Pallary (P.). — Faune malocologique de l'Ouest algérien, p. 307, ± 556.
—— Grottes de l'ouest de l'Algérie, p. 320.
Pansement (Stérilisation des objets de) p. 387.
Paraboles (Un groupe de 3) p. 177, ± 133.
Parallaxes stellaires, p. 180, ± 202.
Parasites des animaux d'eau douce, p. 306, ± 352.
Parathyroïdes des oiseaux, p. 306, ± 548.
Parfums, p. 106.
Paris (Conférences faites à) pp. 1, 2, 18, 31, 46, 62, 75, 88, 106.
—— (Hivers à), p. 272.
—— (Géologie du bassin de), p. 283, ± 414.
Passy (J.). — L'industrie des parfums, p. 106.
Pathogénie de la dissociation syringomyélique, p. 379.
Peintures du XIVe siècle, p. 474.
Pélagaud (E.) — Prunes malgaches, p. 292.

Pellin (Ph.). — Dilatamètre p. 196.
—— Microscope, p. 196.
—— Appareil à projection, p. 197.
Perroncito (E.). — Résistance des œufs des insectes aux poisons, p. 304. * 545.
—— Discussion sur l'éviscération. p. 374.
Période du fer, p. 322.
Perméabilité gazeuse des étoffes, p. 465, * 949.
Perrin (E.). — Géométrie du Triangle, p. 175, * 90.
Péruviens autochtones, p. 338, * 710.
Peste, p. 343.
Petit (E.). — Institutions de prévoyance, p. 418, * 882.
Petit (P.). — Vente libre de la Rue, p. 288.
—— Diatomées, p. 290, * 481.
—— Discussion sur la flore algologique, p. 290.
Petitt (A.). — Thyroïdes et parathyroïdes des oiseaux, p. 306, * 548.
Phénomènes électriques, p. 199, * 257.
—— d'influence, p. 200.
Phénylhydrazine, p. 241, * 284.
Philologie botanique, p. 291, * 493.
Photographie, pp. 75, 309.
Photographies d'effluves, p. 309.
Physiologie, pp. 296, 373, * 518, 765.
Physique, p. 196, * 248.
—— du Globe, p. 268, * 298
Picaud. — Discussion sur un crâne de nègre, p. 322.
—— — sur les tumulus, p. 323.
—— Application de la radiographie, p. 326.
Pied (Engagement du) dans les voies ferrées, p. 190, * 227.
Pierre polie (Epoque), p. 338.
Pigeon voyageur, p. 392, * 817.
Pilat (Station météorologique du), p. 269, * 298.
—— (Flore du), p 290
—— (Origine du nom), p. 412.
—— (Orthographe du nom), p. 413.
—— (Excursion au), p. 484.
Pinus montana, p. 293
Placenta, p. 342, * 718.
Plante monocotylédonée, p. 286, * 442.
Platine de fusil, p. 194, * 241.
Plomb (Empoisonnement par le), p. 469, * 959.
Plumandon. — Météoroscope, p. 268.
Plumes à écrire, p. 434.
Pneumogastriques coupés, p. 296.
Poignet (Déformation du), p. 350.
Poitou. — Discussion sur les eaux-de-vie, pp. 390, 405.
—— —— sur les Bruches, p. 392.
Poitou. — Discussion sur le pigeon-voyageur, p. 392.
—— —— sur la carte agronomique, p. 396.
—— —— sur l'énergie électrique en agriculture, p. 397.
—— —— sur la suppression des œillères, p. 399.
—— —— sur les avoines, p. 400.
—— —— sur l'élevage du cheval, p. 407.
Politique et enseignement, p. 436.
Poncet (A.). — Discussion sur la peste nostras, p. 343.
—— —— sur le redressement forcé, p. 351.
—— Actinomycose humaine, p. 352.
—— Discussion sur l'actinomycose cervico-faciale, p. 359.
—— — sur l'Iodure de potassium dans le traitement de l'actinomycose, p. 371.
—— Discussion sur l'éviscération, p. 374.
—— — sur la section du frein sublingal, p. 376.
—— — sur le méat hypogastrique, p. 377.
Porcherel. — Discussion sur la suppression des œillères, p. 399.
—— —— sur les avoines, p. 400.
Pott (Mal de), p. 380, * 794.
Pouchelle (A.). — Deuxième question posée à la 17e section, p. 454.
Poursuite en adultère, p. 432.
Préfecture de la Loire (Réception à la), p. 481.
Préhistorique en Danemark, pp. 319, 320, * 657.
Présidents (Anciens), p. 130.
—— des sections, p. 132.
Pression (Anomalie de), p. 270.
Prévision du temps, p. 268.
Prévoyance (Institutions de), p. 418, * 882.
Problème des *n* reines, p. 176.
Programme général de la Session, p. 149.
Projection (Appareil à), p. 197.
Prophylaxie des maladies transmissibles, p. 439.
—— de la rage, p. 465, * 946.
Propulseurs à crochets des Péruviens, p. 338, * 710
Prostatiques cystostomisés, p. 377, * 785.
Prunes malgaches, p. 292.
Psoriasis, p. 379.
Psychoses de l'enfance, p. 387.
Publications mathématiques, p. 174.
Puy-de-Dôme (Villas romaines du), p. 472.
Pyrénées (Faune ichthyologique), p. 302.

Pyrénées (Massif central), p. 284.
Quai d'Orsay (Gare d'Orléans au), p. 468.
Quang-Si (Chinois de), p. 330.
Quélet (Dr L.). — Flore mycologique, p. 287, ✱ 446.
Quercus cerris, p. 292.
Question proposée à la discussion de la 12e section, p. 352.
—— de la 13e section, p. 402.
—— — 17e — (1re) p. 439.
—— — » — (2e) p. 454.
Queva (C.). — Plante monocotylédonée, p. 286, ✱ 442.
—— Tubercules des Uvulariées, p. 289, ✱ 469.
Quotient respiratoire des fruits, p. 287, ✱ 454.
Races de l'Europe, p. 324.
Racine (Corps étranger dans la), p. 293, ✱ 510.
Racines adventives, p. 293, ✱ 515.
Radiations chimiques, p. 298.
Radiographies anatomiques, pp. 296, 344, ✱ 733.
—— appliquée à l'anthropologie, p. 326.
—— appliquée à la médecine, p. 376.
—— traumatiques, p. 344, ✱ 735.
Radioscopie, p. 479.
Rage, p. 385.
—— (Prophylaxie de la). p. 465, ✱ 946.
Ramond (G.). — Etude géologique du bassin de Paris. p. 283, ✱ 414.
Rapport présenté à la 12e section, p. 352.
Ravages causés par les Bruches, p. 391.
Rayons Rœntgen, pp. 75, 296, 298, 326, 344; 376, 518, 733, 735.
Reboul (Dr J.). — Discussion sur les petites lèvres au point de vue anthropologique, p. 336.
—— Cornes cutanées, p. 345.
—— Angiomes et angiolipomes, p. 346, ✱ 738.
—— Actinomycose dans le Gard, p. 365.
—— Hémorragie consécutive à la section du frein sublingal, pp. 375, 376, ✱ 777.
—— Discussion sur le méat hypogastrique, p. 378.
Recensement des employés de l'Etat, p. 419.
Réception à l'Hôtel de Ville, p. 481.
—— à la Préfecture de la Loire, p. 484.
Recherches anthropologiques, p. 334.
Recrutement dans les Landes, p. 315, ✱ 614.
Redressement forcé, pp. 349, 351.
Réforme de la nomenclature chimique, p. 204.
Règlement, p. VII.
Régularisation du Tibre, p. 186, ✱ 214.
Régulateur électrique, p. 194, ✱ 241.
Reines (Problème de *n*), p. 176.
Renaud (P.). — Expériences d'électrogermination, p. 393, ✱ 834.
—— Emploi de l'énergie électrique en agriculture, pp. 397, 398.
Renault (B.). — Diploxylée du Culm, p. 281, ✱ 363.
Répartition des noms de ville, p. 338.
—— des infirmités, p. 468.
Repeuplement des eaux douces, p. 311.
Repiquet. — Discussion sur l'élevage du cheval, p. 406.
Représentation proportionnelle, p. 432, ✱ 914.
Résistance aux poisons, p. 304, ✱ 545.
Résonnance des salles, p. 189.
Respiration, p. 382.
Rétrécissement de l'œsophage, p. 374.
Retraites, p. 425, ✱ 893.
Reuss (G.). — Densité des maçonneries, pp. 184, 185.
—— Entraînement de la chaux à travers les barrages, p. 187.
—— Enduits du barrage de Firminy, p. 188.
Rubans (Métier à tisser), p. 194, ✱ 241.
Revilliod (Appareil de), p. 381, ✱ 801.
Reymond. — Discussion sur le canal de la Loire au Rhône, p. 193.
Reynaud (Dr). — Crâne de nègre, p. 322.
—— Discussion sur le licenciement des écoles, p. 453.
Rhône (Canal de la Loire au), p. 191.
Rhumatisme, p. 201.
—— chronique, p. 376.
Rive-de-Gier (Excursion de), p. 484.
Rivière (Dr A.). — Thérapeutique nasale, 383, ✱ 813.
Rivière (E). — Grotte de La Mouthe, p. 332, ✱ 669.
—— Abri-sous Roche de la Source, p. 333, ✱ 695.
—— Gisement quaternaire, p. 333, ✱ 697.
—— Château de Vaux-la-Reyne, p. 476, ✱ 981.
Roche (A.). — Diploxylée du Culm, p. 281, ✱ 363.
Roche-la-Molière et Firminy (Compagnie de), p. 498.
Rocher de la Vignette (Néolithique), p. 327.
Roches, p. 197.
Roentgen, pp. 75, 296, 298, 326, 344, 376, ✱ 518, 733, 735.
Rolfet (E.). — Suppurations orbitaires, p. 379, ✱ 791.
Rome (Le Tibre à), p. 186, ✱ 214.
Rougeole atténuant un cas d'hémoglobinurie paroxystique, p. 347, ✱ 745.

Roule (L.). — Exploration zoologique en Corse, p. 311.
Rubans (Fabrique de) à Saint-Etienne, p. 432, * 924.
Rubéole, p. 384, * 815.
Ruines de villas romaines, p. 472.
—— du château de Vaux-la-Reyne, p. 476, * 981.
Russie (chemins de fer), p. 182, * 205.
—— (Avoine de), p. 399, * 843.
Sabatier (P.). — Les sels basiques, p. 242, * 289.
—— Sels basiques mixtes, p. 265, * 294.
—— Action des carbures d'hydrogène p. 266.
Safranines, p. 266.
Sahara (Phénomènes électriques), p. 199, * 264.
Saint-Arcons-d'Allier (Abri sous Roche de), p. 477.
Saint-Chamond (Excursion à) p. 484.
Sainte-Croix (Chartreuse de), p. 474.
Saint-Etienne (Congrès de), p. 127.
—— (Comité local de), p. 137.
—— (Programme de la session), p. 149.
—— (Champignons vendus à), p. 288.
—— (Vente libre de la Rue à), p. 288.
—— (Visite au nouvel hôpital de) p. 372.
—— (Francis Garnier né à), p. 411.
—— (Fabrique de rubans de), p. 432, * 924.
—— (Laboratoire pour le diagnostic de la diphtérie), p. 464, * 942.
—— (Prophylaxie de la rage à), p. 465, * 946.
—— (Conférence faite à), p. 479.
—— (Réception à), pp. 481, 484.
Sanctuaires de la Grèce, p. 46.
Sang (Gaz du), p. 296.
Saône-et-Loire (Eglise de Curgy), p. 473.
Saporta (C^te^ A. de). — Solutions salines; p. 199, * 252.
Saugrain (G.). — Baisse du taux de l'intérêt, p. 425.
Saumon de Californie, p. 311.
—— (La question du), p. 311.
Sauterelles acridophages, p. 301.
Savants étrangers, p. 146.
Savoye (C.). — Beaujolais préhistorique, p. 331.
Schmidt (V.). — Discussion sur les tombes de l'Afrique du Nord, p. 313.
—— Découvertes préhistoriques en Danemark, pp. 319, 320, * 657.
—— — sur l'application de la radiographie, p. 326.
—— — sur un village néolithique, p. 327.
—— — sur les recherches anthropologiques en Asie, p. 334.
Schmidt (V.). — Discussion sur la station de Laugerie-Basse, p. 339.
—— Discussion sur le Tell de Kara-Euyuk, p. 475.
Schock abdominal opératoire, p. 373, * 765.
Schoute. — Publications mathématiques, p. 174.
—— Une certaine surface, p. 178.
Schramm (Herbier), p. 290, * 481.
Schroeter (Théorème de), p. 178, * 136.
Sciences mathématiques, p. 173, * 1.
—— physiques, p. 196, * 248.
—— naturelles, p. 275, * 328.
—— médicales, p. 341, * 714.
—— économiques, p. 390, * 882.
Scott (Miss Ch. A.) — Transformation des courbes planes, p. 174, * 50.
Scrofulide maligne, p. 343, * 723.
Séance d'ouverture, p. 151.
Secrétaires des sections, p. 132.
Sécrétion gastrique, p. 351, * 753.
Sections (Présidents, secrétaires, délégués des), p. 132.
—— des 1re et 2e, p. 173, * 1.
—— — 3e et 4e, p. 182, * 205.
—— — 5e, p. 196, * 248.
—— — 6e, p. 204, * 284.
—— — 7e, p. 268, * 298.
—— — 8e, p. 275, * 328.
—— — 9e, p. 286, * 437.
—— — 10e, p. 296, * 518.
—— — 11e, p. 313, * 586.
—— — 12e, p. 341, * 714.
—— — 13e, p. 390, * 817.
—— — 14e, p. 408, * 851.
—— — 15e, p. 415, * 882.
—— — 16e, p. 434, * 939.
—— — 17e, p. 439, * 942.
—— (Sous-) d'archéologie, p. 472, * 981.
Ségusiaves (Collège de Druides de la région des), p. 476, * 999.
Seine (Inondations du bassin de la), p. 272.
—— (Assainissement du bassin de la) p. 283, * 414.
—— (Village néolithique de la), p. 327, * 667.
Seine-et-Marne (Station néolithique), p. 327.
—— Château de Vaux-la-Reyne, p. 476, * 198.
Sels basiques, pp. 242, 265, * 289, 294.
Senderens (abbé). — Action des carbures d'hydrogène, p. 266.
Sénégal, p. 2.
Service militaire (Exemption du), pp. 315, 411, 468.
Shock abdominal opératoire, p. 373, * 765.
Sieur. — Deux cas de foudre globulaire, p. 271, * 315.

Sieur. — Chutes de foudre, p. 271, * 312.
Silex de Saint-Arcons-d'Allier, p. 477.
Sinusites maxillaires, p. 379, * 791.
Société de Spéléologie (Réunion de la) dans les Causses, p. 412.
—— Anonyme des établissements Arbel, p. 502.
Sociétés savantes, p. 147.
—— coopératives, p. 416.
Soleil (Action sur l'atmosphère), p. 270
Solutions salines, p. 199, * 252.
Sons harmoniques, p. 199, * 248.
Sorgho, p. 305.
Soulard. — Stérilisation des objets de pansement, p. 387.
Source (Abri sous Roche de la), p. 333, * 695.
Spéléologie (Société de), p. 412.
Station météorologique du Pilat, p. 269, * 298.
—— néolithique, p. 327.
—— de Laugerie-Basse. p. 338.
—— acheuléenne, p. 339, * 667.
Statistique, p. 415, * 882.
—— des infirmités, p. 468.
Statuts, p. III.
Stérélectrolyse, p. 277 * 347.
Stérilisation des objets de pansement, p. 387.
Structure des Isoëtes, p. 291, * 483.
Suggestion hypnotique, pp. 387, 437.
Suppurations orbitaires, p. 379, * 791.
Substitutions, p. 180, * 190.
Subventions aux Sociétés coopératives, p. 416.
Synthèses à l'aide de l'acide cyanacétique, p. 242, * 291.
—— du chlorure d'aluminium, p. 264.
Syphilis des verriers, p. 466.
Syrie septentrionale (anthropologie). p. 333.
Systèmes binaires, p. 180, * 202.
Tabac (Amblyopie par le), p. 348, * 749,
Tableau synoptique de la prévision du temps, p. 268.
Table des matières. p. 515, * 1054.
—— analytique, * 1035.
Taille (Allongement de la), p. 333, * 688.
Tamarix (Cochenille du), p. 310.
Tanganyika (Gastéropodes du lac), p. 302.
Tannins des fruits, p. 287, * 454.
Tauret. — Recherches sur l'aspergillus, p. 241.
—— Membrane cellulaire des champignons, p. 264.
Tarry (H.). Problème des *n* reines, p. 176.
—— Résolution des équations, p. 177.
—— L'hyperchimie, p. 242.
—— Trombes et cyclones, p. 272.
Tarry (H.). — Tables météorologiques, p. 272.
—— Inondations (1896-1897), p. 272.
Tarsoclaste, p. 349.
Taux de l'intérêt, 425.
Teisserenc de Bort. — Mouvements des nuages, p. 273, * 316.
Teissier (J.). — Adénites infectieuses, p. 376.
—— Rhumatisme goutteux, p. 376, * 780.
—— Lésions du foie chez les animaux soumis aux toxines microbiennes, p. 386.
Tell de Kara-Euyuk, p. 474.
Tension artérielle, p. 382, * 807.
Terrain carbonifère du Mâconnais, p. 279, * 348.
—— tertiaire de l'Avignonnais, p. 282, * 393.
Testenoire (Ph). — Monnaies carlovingiennes trouvées en Forez, p. 475.
Tézenas du Montcel (Dr). — Discussion sur la syphilis des verriers, p. 466.
Théorie de M. Faye, p. 272.
—— nouvelle de la chimie, 266.
—— des neurones, p. 300.
—— du mal des montagnes, p. 383, * 811.
Théorème de Schroeter, p. 178, * 136.
—— fondamental de mécanique rationnelle, p. 180.
Thérapeutique nasale p. 383, * 813.
Thermomètre centigrade et thermomètres de Celsius, p. 270.
Thiollier (F.). — Sur l'orthographe du nom Pilat, p. 413.
Thiollier (L.). — Canal de la Loire au Rhône, p. 191.
Thiollier (Noël). — Discussion sur les villas romaines, p. 472.
—— Eglise de Curgy, p. 473.
—— Eglises de la Haute-Loire, p. 475
Thorax (Angiomes et angiolipomes), p. 346, * 738.
Thurninger. — Discussion sur la densité des maçonneries, p. 185.
Thyroïdes des oiseaux, p. 306, *, 548.
Tibériade (Flore algologique du lac de) p. 290.
Tibre (Le) à Rome, p. 186, * 214.
Tissus de l'organisme (Conductibilité calorifique), p. 200. * 266.
Tixier (L.). — Effets physiologiques de l'éviscération, pp. 373, 374, * 765.
Tombes de l'Afrique du Nord. p. 313, * 586.
Tonkin (Les Mans du Haut-), p. 336.
Topinard (Dr P.) — Le moi, l'instinct et l'intelligence chez l'Homme, p. 323, * 660.

Topographie de la France, p. 409, * 851.
Tornades, pp. 271, 272.
Torticolis postérieur, p. 351.
Toulouse (Magnétisme terrestre de la région de) p. 269, * 301.
Tour Saint-Jacques (Observations de Tornade), p. 272.
Toxines microbiennes, p. 386.
Trabaud (P.). — Emploi des plumes à écrire, p. 434.
—— Politique et enseignement, p. 436
Traction électrique, p. 402.
Traitement des brûlures, p. 345.
—— des hernies, p. 347.
—— de l'estomac, pp. 344, 351. * 753.
—— des voies respiratoires, p. 348.
—— de l'actinomycose, p. 368.
—— des rétrécissements de l'œsophage, p. 373.
—— des goitres, p. 378.
—— du psoriasis, p. 379
—— du mal de Pott, p. 380 * 794.
—— de l'empyème interlobaire, p. 381, * 801.
—— hypnotique des psychoses de l'enfance, p. 387.
—— électrique des enfants anormaux et arriérés, p. 387.
—— des enfants arriérés, p. 437.
Transcaucasie (anthropologie), p. 334.
Transformation des courbes planes, pp. 173, 174, * 50.
Transmissions électriques, p. 194, * 241.
Tramways électriques, p. 194.
Transvaal (Le) pp. 1, 408.
Travail manuel à l'Ecole primaire, p. 435.
Travaux publiés sur l'alimentation rationnelle, p. 392, * 820.
Trélat (E.). — Résonnance des salles, p. 189.
—— La gare d'Orléans au quai d'Orsay, p. 468.
Triangle (Géométrie), p. 175, * 90.
—— remarquable, p. 175, * 170.
—— (Un certain), p. 177, * 131.
Trombes, p. 272.
Truite arc-en-ciel, p. 311.
Tube à injection, p. 388.
Tubercules des Uvulariées, p. 289, * 469.
Tuberculose, p. 376.
Tumulus de l'âge du bronze, p. 322.
Tunisie (Géologie de la), p. 281, * 366.
Turquan (V.) — Géographie des infirmités, p. 411.
—— Fonctionnaires et employés de l'Etat, p. 419.
—— Statistique des infirmités, p. 468.
Uniformes militaires, p. 465, * 949.
Urée, p. 266, * 296.
Uvulariées, p. 289, * 469.
Vaffier (Dr). — Culm du Mâconnais p. 279, * 348.
Valais, p. 88.
Valcourt (de). — Discussion sur le mal de Pott, p. 380
—— Sur l'enseignement de l'hygiène, p. 463.
Val d'Anniviers, p. 88.
Valladaud (H.). — Notice sur Francis Garnier, p. 411, * 862.
Vaux-la-Reyne (Château de), p. 476, * 981
Vent (Coups de), p. 272.
Ventes judiciaires d'immeubles, p. 426, * 907.
Vernière. — Abri sous roche de Saint-Arcons-d'Allier, p. 477.
Verre (Dalles en) dans les constructions, p. 464.
Verriers (Syphilis des), p. 466.
Vibrations du sol (Protection des instruments contre les). p 199, * 260.
Vidaillet. — Interpolation géométrique des coordonnées linéaires, p. 178.
Village néolithique, p. 327, * 667.
Villard (E.). — Gastrotomie temporaire, p. 374.
Villas romaines, p. 472.
Villejuif (Village néolithique), p. 327, * 667.
—— (Station acheuléenne), p. 339.
Villes (Répartition des noms de), p. 338.
—— *industrielles* de la Loire, p. 471, * 972.
Villot (A.). — Hémistome du Martin-Pêcheur, p. 303, * 537.
Vinaigres (Acidimétrie des), p. 394.
Vins (Acidimétrie des), p. 394.
Vision, p. 201, * 273.
Visite au barrage de Firminy, p. 186.
—— —— de Couzon, p. 189.
—— au nouvel hôpital de Saint-Etienne, p. 372.
—— à la Compagnie de Roche-la-Molière et Firminy, p. 498.
—— aux établissements Arbel, p. 502.
—— —— Marrel, p. 507.
Vitesse radiale, p. 180, * 202.
—— des nuages, p. 273, * 322.
Vivarais (Climat du), p. 408, * 846.
Vœu présenté par les 3e et 4e sections, p. 195.
—— — — la 7e section, p. 274.
—— — — 10e section, p. 312.
—— — — 13e section, p. 407.
Vœux — — 17e section, p. 471.
Voies ferrées, p. 190, * 227.
—— *respiratoires*, p. 348.
Volonté (Education de la), p. 437.
Volume des cavités, p. 185.
Vomissements, p. 382.

Wendrich (G^al **de**). — Aperçu des chemins de fer russes, p. 182, ≛ 205.
—— La machine Hollerith, p. 190, ≛ 235.
X (Rayons), pp. 75, 296, 298, 326, 344, 376, ≛ 518, 733, 735.
Xambeu. — Carte des crus d'eau-de-vie, p. 390.
—— Discussion sur la carte agronomique, p. 396.
Xambeu. — Carte sur les avoines, p. 400.
—— Eaux-de-vie des Charentes, p. 401.
Yssingeaux (Excursion à), p. 491.
Yvernès (E.). — Ventes judiciaires d'immeubles, p. 426, ≛ 907.
Zébu à *Madagascar*, p. 308.
Zoologie, p. 296, ≛ 518.

TABLE DES MATIÈRES

SECONDE PARTIE

NOTES ET MÉMOIRES

PAGES

[R 2 c] COLLIGNON (Ed.). — Sur la détermination des moments d'inertie de points matériels situés dans un plan. 1

[P 3] — — — Recherches sur certaines transformations des courbes planes..... 7

[P 3] ANGAS SCOTT (Mlle C.). — Sur la transformation des courbes planes 50

[S 2 a] FONTANEAU. — Sur l'intégration dans un cas particulier des équations différentielles de l'hydrodynamique 60

[A 5 b] LAISANT. — Une remarque sur l'interpolation 86

[K 6 a] PERRIN (E.). — Préliminaires d'une géométrie du triangle..... 90

[K 2 E] BARISIEN (le Capne E.-N.). — Etude d'un triangle remarquable..... 107

[B 1 a] GUIMARAES (R.). — Règle pratique pour développer les déterminants du 4e ordre..... 129

[K 1 b] D'AVILLEZ (J.-F.). — Sur un certain triangle..... 131

[L1 10 d] — — — Sur un groupe de trois paraboles..... 133

[K 2 d] DROZ-FARNY. — Sur un théorème de Schroeter et sur la droite δ de Longchamps..... 136

[A 3 K] MACFARLANE (A.). — Sur la résolution de l'équation du troisième degré..... 147

[I 19 c] MAILLET (Ed.). — Sur l'équation indéterminée $ax^{\lambda_1} + by^{\lambda_2} = cz^{\lambda_3}$. 156

[529.3] AURIC (A.). — Sur la formation des calendriers..... 169

[K 2 d] DURAN-LORIGA (J.). — Notes de Géométrie..... 175

[B 2] MAILLET (Ed.). — Sur les groupes d'opérations et de substitutions... 190

[534.3212] BERDELLÉ (C.). — L'arithmétique des gammes..... 198

[523.84] ANDRÉ (C.). — Utilisation de la vitesse radiale pour la détermination des dimensions absolues des systèmes binaires..... 202

[395.09 (47)] WENDRICH (A. de). — Aperçu comparatif des chemins de fer russes..... 205

[628 (45)] BETOCCHI (A.). — Les travaux de régularisation du Tibre à Rome..... 214

[526 (85)] CURIE (J.). — Application à la navigation du système de construction des cartes de M. Babinet..... 218

[656.28] FLEURY (Dr C.-M.). — Sur une cause d'accident par engagement du pied dans les voies ferrées..... 227
[313.385] WENDRICH (A. de). — Application de la machine Hollerith à l'exploitation des chemins de fer..... 235
[538.86] CHAIZE frères. — Régulateur et transmissions électriques..... 241
[683] LEBOIS. — Etude mécanique de la platine de fusil..... 244
[534.3213] CHICANDARD (G.). — La gamme déduite de la théorie des sons harmoniques et des sons résultants..... 248
[532.733] SAPORTA (A. de). — Problème relatif aux solutions salines..... 252
[537.40] BRILLOUIN (M.). — Origine, variations et perturbations de l'électricité atmosphérique..... 257
[537.74] BROCA (A.). — Sur la protection des instruments contre les vibrations du sol..... 260
[537.40] FOVEAU DE COURMELLES (Dr). — De quelques phénomènes électriques dans le Sahara..... 264
[536.211] BORDIER (Dr H.). — Mesure comparative de la conductibilité calorifique des tissus de l'organisme... 266
[535.736] — — Nouvelle échelle optométrique décimale pour la mesure des acuités visuelles physiologiques..... 273
[537.41] LE CADET (G.). — Etude du champ électrique de l'atmosphère.. 277
[543.8] CAUSSE (H.). — Dosage de la phénylhydrazine..... 284
[542.4] BOUVEAULT (L.). — Sur la distillation fractionnée dans le vide.. 286
[546.56] SABATIER (P.). — Sels basiques du cuivre..... 289
[547.2] BARTHE (L.). — Nouvelles synthèses opérées à l'aide de l'éther cyanosuccinique..... 291
[546.74] SABATIER (P.). — Action de l'éthylène sur l'oxyde de nickel et sur divers oxydes métalliques..... 293
[546.55] — — Sur une nouvelle classe de sels basiques mixtes de cuivre et d'argent..... 294
[545.5] CAUSSE (H.). — Sur l'imine de l'aldéhyde salicylique $C^6H^4 < \begin{matrix} CH=AzH \\ OH \end{matrix}$..... 296
[551.5] BRAEMER (G.). — Station météorologique du Mont-Pilat..... 298
[538.71] MATHIAS (E.). — Etude sur le magnétisme terrestre dans la région de Toulouse..... 301
[551.55] SIEUR (P.). — Observations de chute de foudre..... 312
[551.55] — — Foudre globulaire..... 315
[551.51] TEISSERENC DE BORT (L.). — Méthodes simplifiées pour la détermination des mouvements des nuages..... 316
[551.51] MARCHAND (E.). — Appareils pour la mesure des hauteurs et des vitesses des nuages..... 322
[553.2] BERTRAND (C. Eg.). — Charbons humiques et charbons de purins 328
[553.2] — — Caractéristiques du Kerosene Shale dans les gisements du Northern coal field et de Newcastle, Nouvelle-Galles du Sud..... 341
[545.3] MAYENÇON. — Sur la stérélectrolyse des minéraux..... 347
[551.75] VAFFIER (Dr A.). — Sur le terrain carbonifère des environs de Mâcon..... 348
[564 5] KILIAN (W.). — Sur une nouvelle ammonite des calcaires de Fontanil (Isère)..... 353
[554 (44.97)] — — Documents pour servir à la géologie des Alpes françaises..... 356
[561.52] RENAULT (B.) et ROCHE (A.). — Sur une nouvelle diploxylée du culm..... 363
[556 (61.1)] HAUG (E.). — Sur quelques points théoriques relatifs à la géologie de la Tunisie..... 366

[560 (44.91)] Nicolas (H.). — Etude sur la faune malacologique du Danien. Fossiles des Baux..... 377
[560 (44.91)] — — — Etude des terrains tertiaires des environs d'Avignon. Miocène. — Note complémentaire sur la faune de la « femme de Loth » et révision des antédons de ce même horizon..... 393
[557 (44.36)] Ramond (G.). — Observations géologiques sur les Travaux entrepris par la direction technique de l'assainissement de la Seine et de l'utilisation agricole des eaux d'égout de Paris..... 414
[551.47] Grossetesте (W.). — Phénomène d'Argostoli dans l'île de Céphalonie 417
[552.59] Gentil (L.). — Le gisement zéolitique du cap Djinet (Alger)... 422
[580.678] Jumelle (H.). — L'Okouendé n'gowa, liane à caoutchouc du Fernan-Vaz..... 437
[581.7] Queva (C.). — Sur un cas d'accroissement secondaire dans les faisceaux primaires d'une plante monocotylédonée..... 442
[589.2 (54)] Quélet (Dr). — Quelques espèces critiques ou nouvelles de la flore mycologique de la France 446
[581.1] Gerber (Dr). — Variation de la teneur en acides, en tannins, en hydrates de carbone et en alcools, des fruits pendant leur évolution ; relation entre cette variation et celle du quotient respiratoire..... 454
[581.1] Gain (Ed.). — Développement des lupins issus de graines à cotylédons mutilés..... 463
[584.32] Queva (C.) — Anatomie des tubercules des Uvulariées..... 469
[581.8] Géneau de Lamarlière. — Sur la constitution de la membrane cellulaire chez les muscinées 473
[580.678] Cornu (M.). — A propos de nouvelles plantes à caoutchouc... 477
[589.61] Petit (P.). — Révision des diatomées de la Guadeloupe et de la Guyane contenues dans l'herbier de MM. Mazé et Schramm..... 481
[518.8] Bertrand (C.-Eg.), Cornaille (F.) et M. Hovelacque. — Remarques sur la structure des Isoëtes..... 483
[508.9] Bonnet (Dr Ed.). — Note de philologie et d'histoire botaniques.. 493
[581.1] Gerber (Dr C.). — Principes des méthodes utilisées pour hâter ou pour retarder la maturation des fruits..... 501
[581.1] Bourlvant (A.). — Influence d'un corps étranger introduit dans le méristème terminal de la racine..... 510
[581.1] Jodin (H.). — Bourgeons et racines adventives..... 515
[537.53] Destot (Dr). — Action physiologique des rayons X..... 518
[595.79] Nicolas (H.). — Observations sur les hyménoptères..... 523
[459] — — — Mollusques nouveaux.. 528
Villot (A.). — L'hémistome du Martin-Pêcheur..... 538
[593.19] Léger (L.). — Recherches sur les Coccidies..... 543
[591.33] Perroncito (E.). — Résistance des œufs des insectes à divers poisons, substances chimiques et agents naturels 545
[591.44] Pettit (Auguste). — Sur les thyroïdes des oiseaux..... 548
[5931] Léger (L.) et Hagenmuller (P.). — Rercherches sur les glugéidées, parasites des animaux d'eau douce..... 552
[594 (65)] Pallary (P.). — Première contribution à l'étude de la Faune malacologique du Nord-Ouest de l'Afrique..... 556
[636.9] Bourdarie (P.) — Domestication de l'Eléphant d'Afrique, quelques erreurs scientifiques et populaires sur l'Eléphant d'Afrique..... 564
[393.1 (61)] Carton (Dr). — Classification des tombes de l'Afrique du Nord..... 586
[361.65] Dumont (A.). — Démographie des musulmans algériens..... 589
[311 (44.77)] Chopinet (Dr C.) et Lévêque (E.). — Du recrutement dans le département des Landes. Etude sur la population landaise..... 614

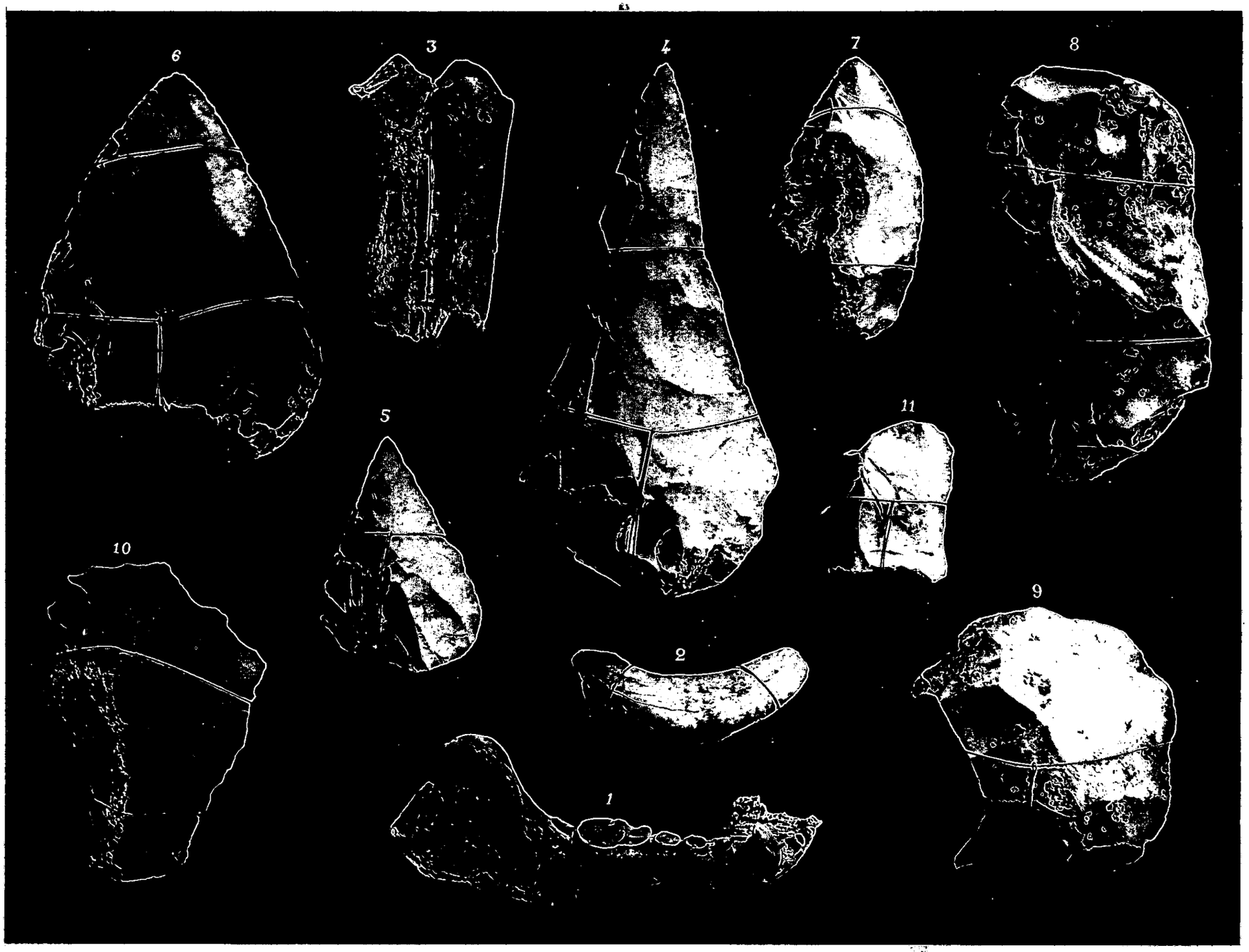
[572.9 (44.31)] LABIT (Dr H.). — Anthropologie des Ardennes..... 645
[571.93 (48.9)] SCHMIDT (V.). — Les dernières découvertes préhistoriques en Danemark..... 657
[573.1] TOPINARD (Dr P.). — Le moi, l'instinct et l'intelligence chez l'homme..... 660
[571.8 (44.35)] COLLIN (E.) et CAPITAN. — Un village néolithique dans le département de la Seine (Villejuif)..... 667
[571.81 (44.72)] RIVIÈRE (E.). — La grotte de la Mouthe (Dordogne)..... 669
[573.6] MANOUVRIER (Dr L.). — Sur l'allongement momentané de la taille par extension volontaire et sur quelques autres variations du chiffre de la taille intéressant l'anthropométrie..... 688
[571.81 (44.72)] RIVIÈRE (E.). — L'abri sous roche de la Source..... 695
[571 (44.72)] CHAUVET (G.) et RIVIÈRE (E.). — Station quaternaire de la Micoque..... 697
[614.23 — 611.67] CÉNAS. — Les petites lèvres au point de vue anthropologique et médico-légal..... 708
[57.35 (85)] MICHEL. — Note sur les propulseurs à crochets..... 710
[617.1 — 132.2] BLANC (Dr Ed.). — Résultats éloignés de la craniectomie dans l'idiotie microcéphalique..... 714
[611.66] DELORE. — Circulation maternelle du placenta..... 718
[614.546] CÉNAS. — Un cas de lèpre nostras (Scrofulide maligne)..... 723
[612.32] MONTAGNON (Dr F.). — De l'action des boissons chaudes sur la fonction stomacale..... 729
[537.59] DESTOT (Dr). — Radiographies anatomiques..... 733
[537.53] — — — De la radiographie dans les lésions traumatiques du pied et du poignet..... 735
[66.993] REBOUL (Dr J.). — Angiomes et angiolipomes sous-cutanés et intramusculaires simples et caverneux du membre supérieur gauche et du thorax..... 738
[616.915] LAYRAL (Dr). — Sur un cas d'hémoglobinurie paroxystique considérablement atténuée par une rougeole intercurrente..... 745
[616.861] DOR (Dr L.). — De l'amblyopie par l'alcool et le tabac dans la région lyonnaise..... 749
[617.53] MONTAGNON (Dr F.). — Du bicarbonate de soude considéré comme agent actif de la secrétion gastrique..... 753
[614.23] GRÉGOIRE (Dr). — La main de l'ouvrier fouleur chapelier..... 759
[617.21 — 617.43] GUINARD (L.) et TIXIER (L.). — Effets physiologiques de l'éviscération. — Du shock abdominal opératoire. Etude expérimentale..... 765
[6167.6] BLANC (Dr Ed.). — Observation d'hydarthrose intermittente héréditaire..... 772
[617.141] REBOUL (Dr J.). — Hémorragie mortelle consécutive à la section du frein sublingual chez un enfant nouveau-né..... 777
[616.991] TEISSIER (Dr J.). — Sur le rhumatisme goutteux..... 780
[667.2] DELORE (X.). — Le méat hypogastrique chez les prostatiques anciennement cystostomisés..... 785
[617.23] ROLLET (Dr Et.). — Des suppurations orbitaires consécutives aux sinusites maxillaires..... 791
BILHAUT (Dr M.). — Traitement de la gibbosité du mal de Pott..... 794
[616.25] CÉNAS (Dr). — Traitement de l'empyème interlobaire enkysté associé à un empyème de la grande cavité. Appareil de Revilliod..... 801
[612.144 — 616.927] ALEZAIS et FRANÇOIS. — La tension artérielle dans la fièvre typhoïde à forme muqueuse..... 807
[612.222] FOVEAU DE COURMELLES (Dr). — Une nouvelle théorie du mal des montagnes..... 811

[616.21] Rivière (Dr A.). — De l'emploi d'un nouvel agent de thérapeutique nasale..... 813
[616.916] Nodet (Dr). — Quelques mots sur la rubéole..... 815
[598.6] de Clermont (R.). — Le pigeon voyageur est-il un animal domestique?..... 817
[613.21] Gain (Ed.). — Enquête sur les travaux publiés depuis deux ans aux États-Unis sur la question de l'alimentation rationnelle..... 820
[581.3 — 537] Renaud (P.). — Nouvelles expériences sur l'électro-germination des graines..... 834
[685.636.1] Féret (A.). — Le harnais du cheval, étude sur la suppression des œillères au point de vue de la sécurité..... 840
[633] Dufour (L.). — Comparaison d'une avoine russe et d'une avoine de Brie..... 843
[551.56 (44.82)] Bourdin (L.). — Essai sur le climat du Vivarais..... 846
[912 (44)] Drapeyron (L.). — Suite de l'enquête sur la carte topographique de la France par Cassini de Thury..... 851
[912] Barbier. — De la situation faite au projet de la carte du monde par les résolutions de la Commission officielle de la décimalisation du temps et des angles..... 860
[952 — 910] Valladaud (H.). — Note sur le lieutenant de vaisseau Francis Garnier..... 862
[368.4] Petit (E.). — Avantages effectifs procurés aux ouvriers par les diverses institutions de prévoyance..... 882
[368.4 (43)] Yves Guyot. — Le résultat des assurances allemandes sur les accidents du travail..... 889
[368.4] Cayla (C.). — L'assurance ouvrière..... 893
[347.751.4] Yvernès (E.). — Les ventes judiciaires d'immeubles et la loi du 23 octobre 1884..... 907
[324.2] Curie (J.). — Expérience de représentation proportionnelle..... 914
[331.88 (44.58)] Gras (L.-J.). — L'organisation syndicale de la fabrique de rubans de Saint-Etienne..... 924
[325 (65)] Lapaine (Ivan). — Les communes mixtes et le gouvernement des indigènes en Algérie..... 936
[537.6] Lebois. — Appareils de démonstration concernant la production des champs magnétiques et les propriétés des divers genres d'excitation dans les dynamos..... 939
[614.512 (44.58)] Fleury (Dr). — Laboratoire pour le diagnostic de la diphtérie dans la Loire..... 942
[614.563] Labully. — La prophylaxie de la rage à Saint-Etienne..... 946
[613.48] Bordier (Dr H.). — De la perméabilité gazeuse des étoffes employées pour les uniformes militaires français..... 949
[615.928] Layral (Dr). — A propos de l'intoxication saturnine..... 959
[628.2] de Montricher (H.). — Assainissement de la ville d'Avignon..... 962
[614.1] Fleury (Dr). — Mouvement démographique dans les principales villes industrielles de la Loire au XIXe siècle..... 972
[724 (40.7)] Rivière (E.) et Mottheau (Ch). — Les ruines du château de Vaux-la-Reyne (Seine-et-Marne)..... 981
[299.6] Bertrand (Dr). — Note sur l'existence d'un collège de Druides dans la région qui formait la limite du pays des Arvernes et de celui des Ségusiaves (aujourd'hui Noirétable)..... 999
[398.2 (72)] de Charencey (Cte). — L'origine de la légende d'Huitzilopochtli. 1018
[737] — — Numismatique ibérienne..... 1031

ERRATUM

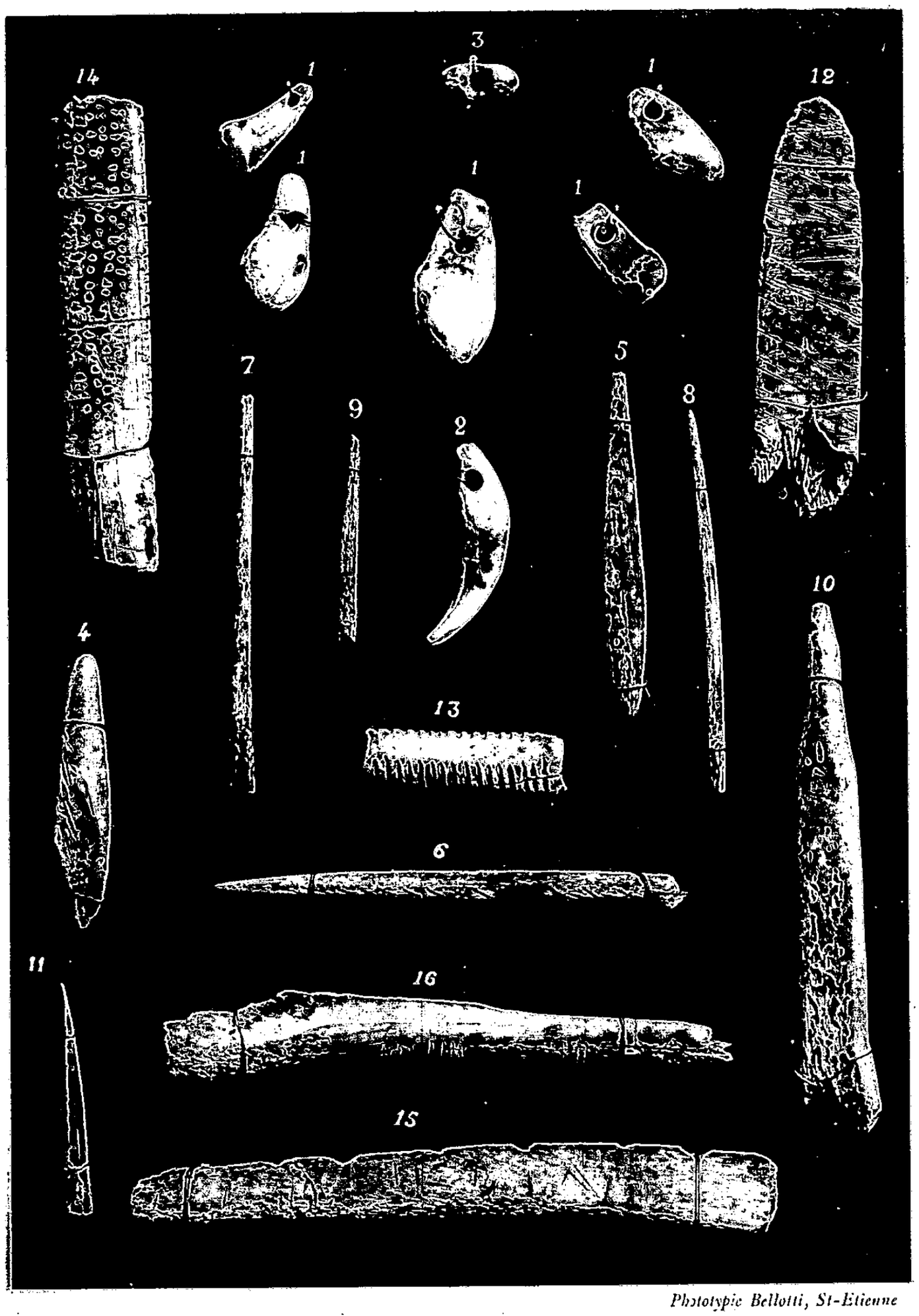
Page	Ligne	Au lieu de	lire :
668	36	au cerf, à des ovidés.	au cerf, au sanglier, à des ovidés.

SAINT-ÉTIENNE, SOCIÉTÉ DE L'IMP. THÉOLIER — J. THOMAS & Cie



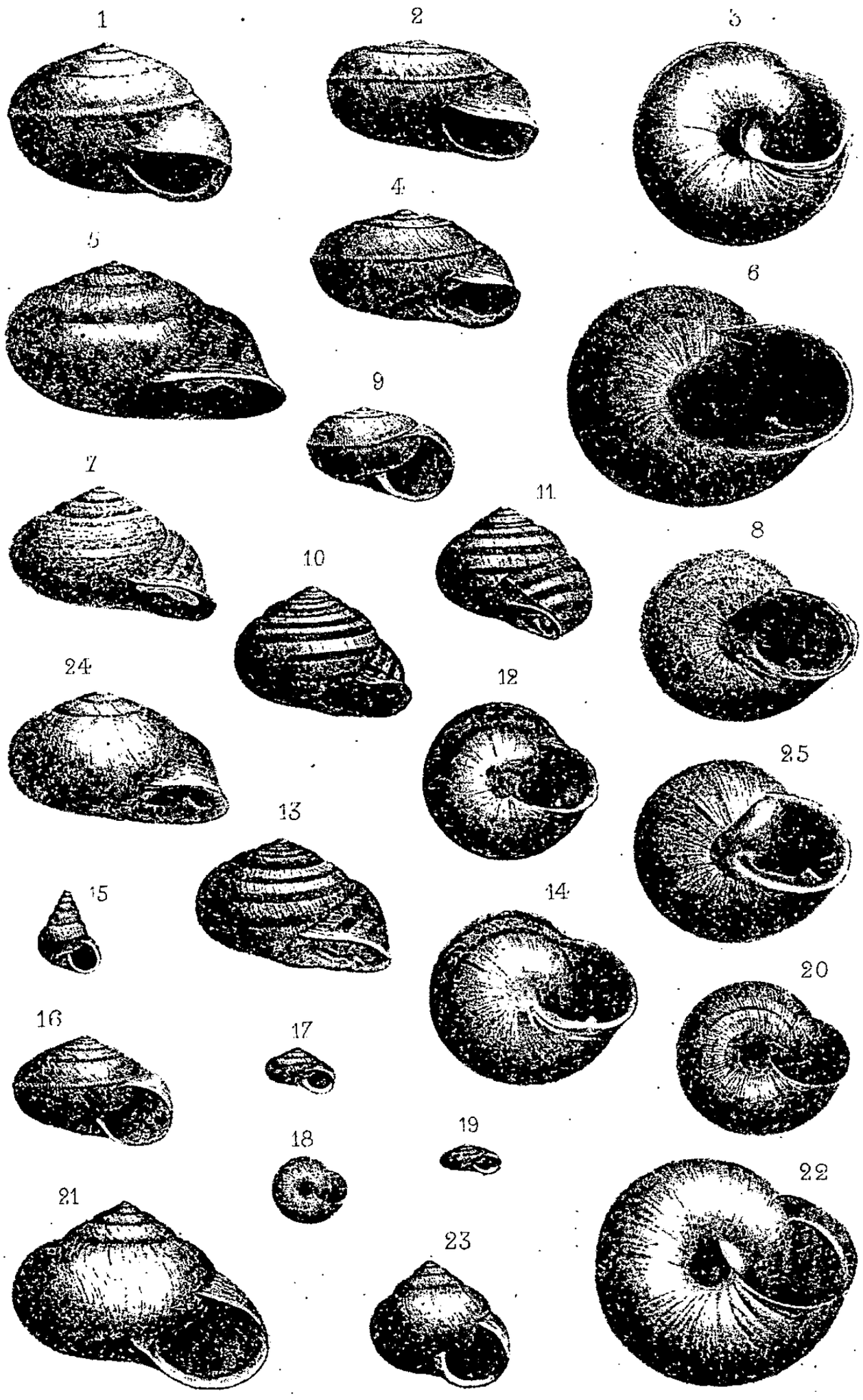
Phototypie Bellotti, St-Etienne

G. CHAUVET & E. RIVIÈRE — LA MICOQUE (DORDOGNE)



Phototypie Bellotti, St-Etienne

E. RIVIÈRE — LA GROTTE DE LA MOUTHE



E. Jacquemin, lith. *Imp. Ed Bry, Paris*

P. PALLARY _ FAUNE MALACOLOGIQUE DU N.O. DE L'AFRIQUE

1. Leucochroa Pallaryi, *Deb.* type.

2. var. depressa.

3. var. umbilicata.

4. var. dentata.

5-6. Helix praelongata, *Plry.*

7-8. var. magnifica.

10-11-12. H. microzaffarina, Plry.

13-14. H. Flattersiana, Ancey.

15. H. conoidea, var. occidentalis.

16-20. H. arabophila, Plry, type.

9. var. depressa.

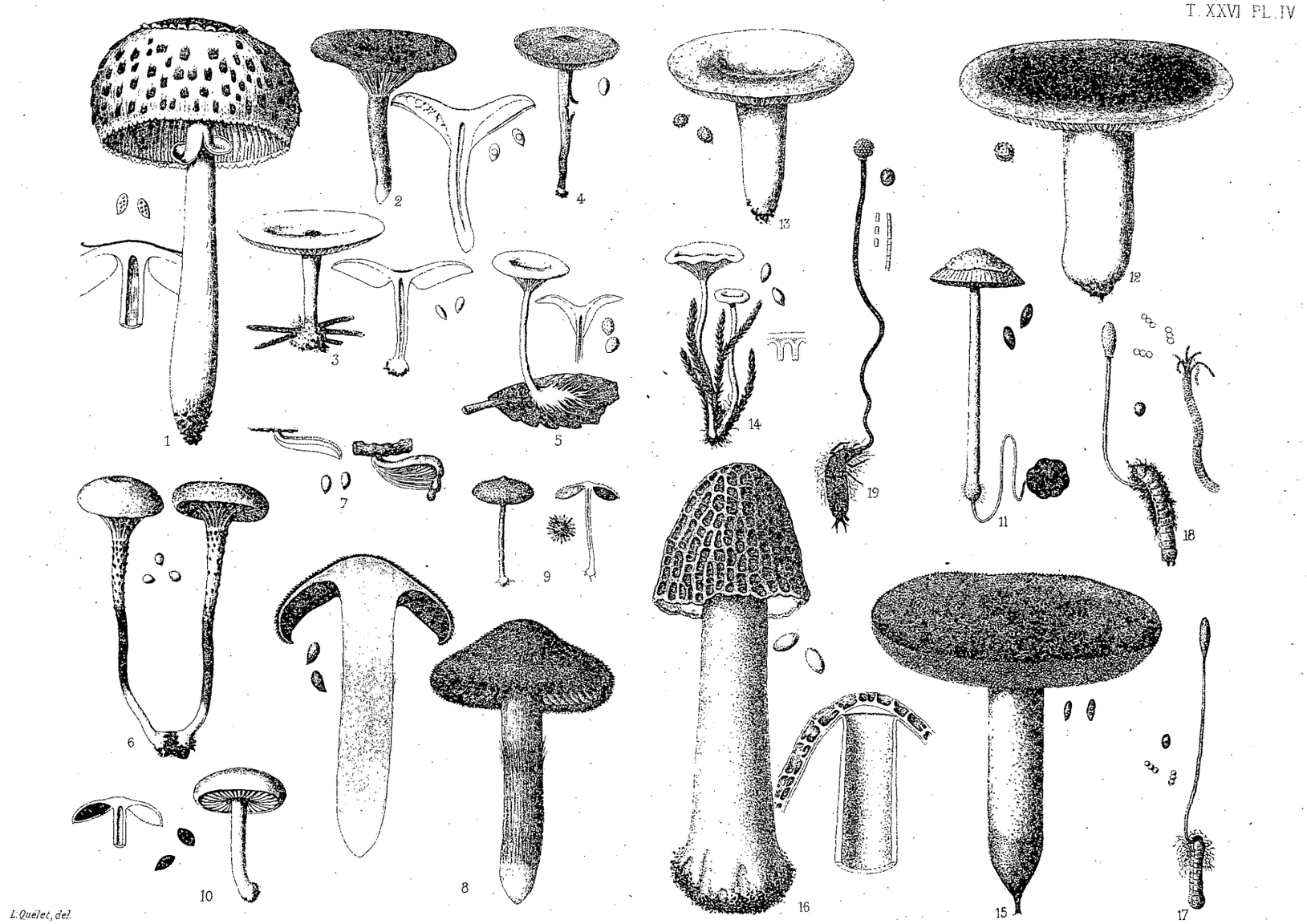
17-18. H. mesquiniana. Plry.

19. var dentata.

21-22. H. Sireti, Plry.

23. H. acompsia, v. dentata.

24-25. H. alabastra, Pech.



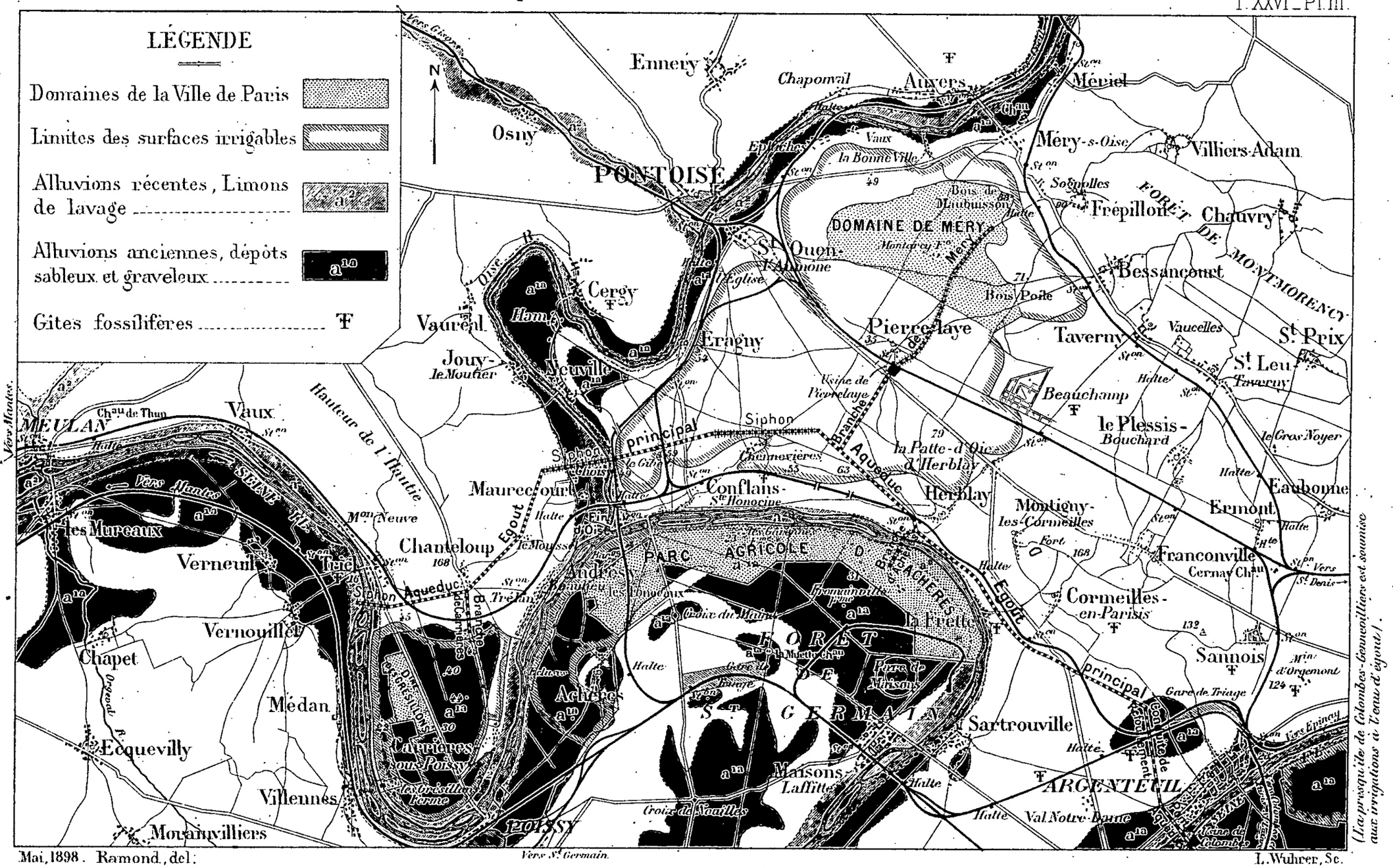
L. Quelet, del.

Ch. Cuisin, lith.

L. QUÉLET. — QUELQUES ESPÈCES CRITIQUES OU NOUVELLES DE LA FLORE MYCOLOGIQUE DE LA FRANCE

Imp. Ed. Bry, Paris

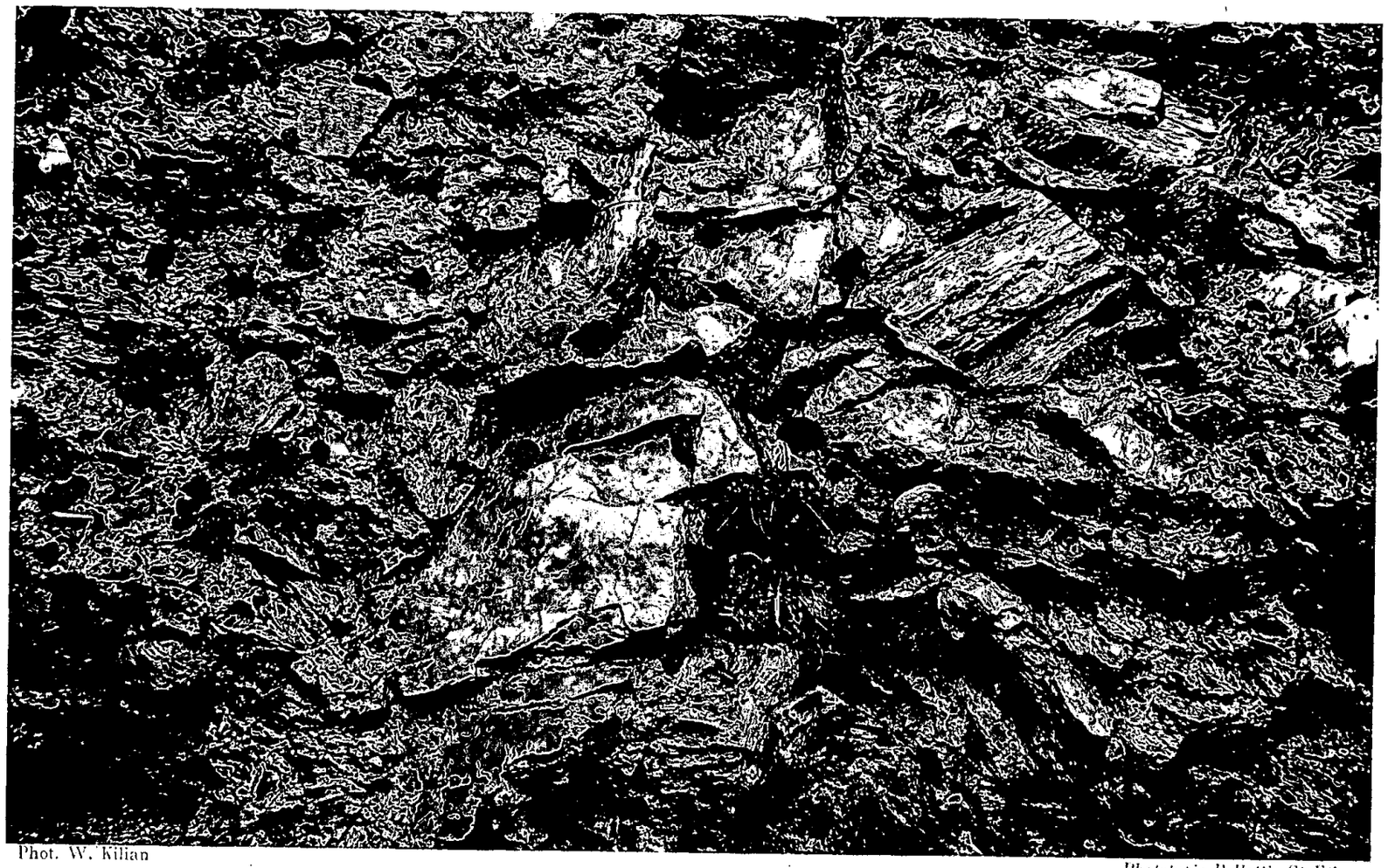
CARTE DES CHAMPS D'ÉPANDAGE DES EAUX D'ÉGOUTS DE LA VILLE DE PARIS, ET TRACÉ DE L'AQUEDUC PRINCIPAL ET DES BRANCHES ANNEXES.



(La presqu'île de Colombes-Gennevilliers est soumise aux irrigations à l'eau d'égout).

Mai, 1898. Ramond, del.

L. Wuhrer, Sc.



Phot. W. Kilian

Phototypie Bellotti, St-Etienne

W. KILIAN — BRÈCHE HOUILLÈRE DE LA MOTTE-D'AVEILLANS (ISÈRE)

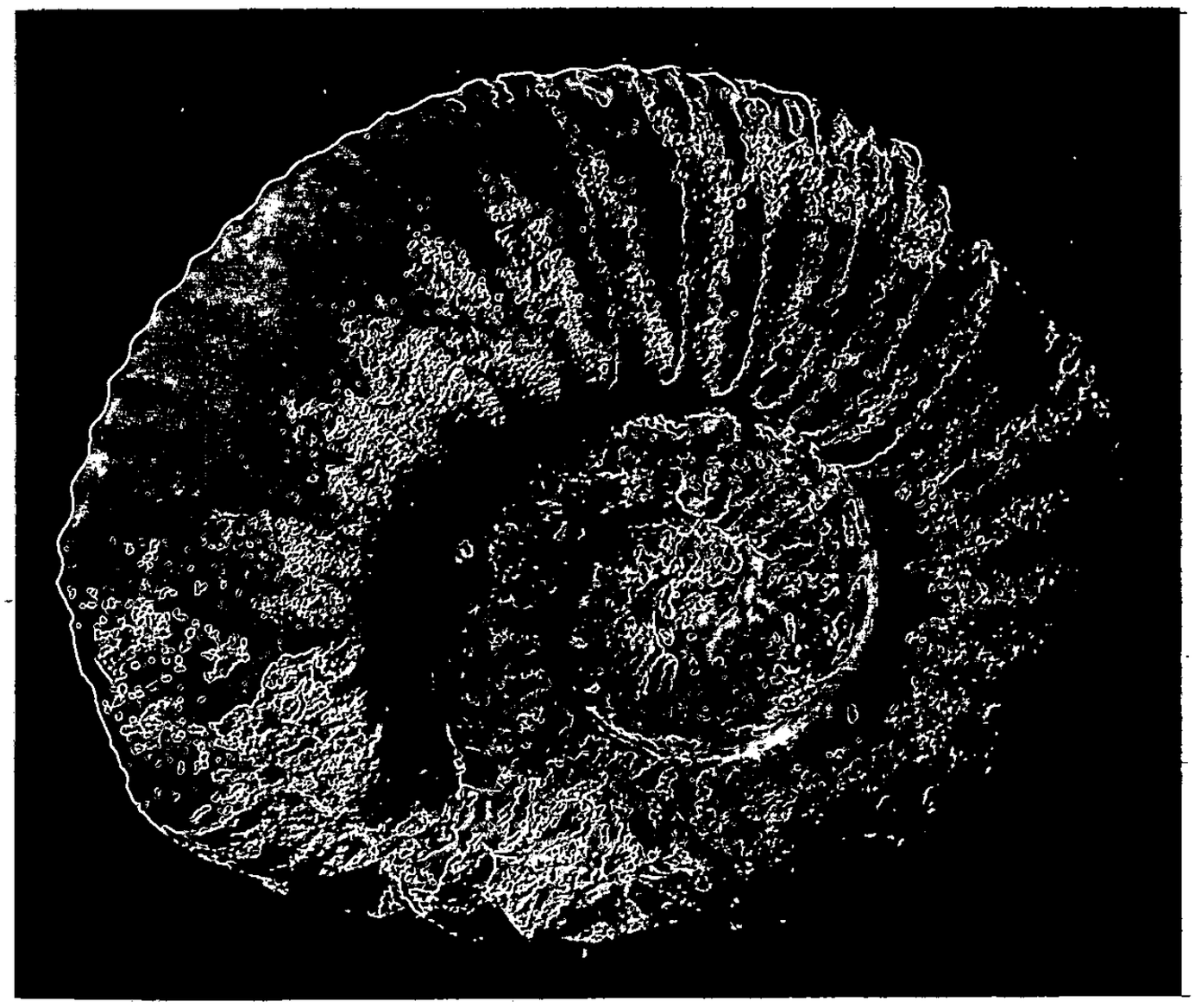


Fig. 1



Phot. W. Kilian Fig. 2 Phototypie Bellotti, St-Etienne

W. KILIAN. — HOPLITES ALBINI N. SP.

Réd. environ 1/2.