

Séance du 16 janvier 1922

Présidence de M. GUTTON

Correspondance. — Une lettre de M. le Préfet de Meurthe-et-Moselle accusant réception de la déclaration prévue par la loi sur les associations.

Élection de deux membres titulaires. — M. Guinier esquisse l'œuvre de M. Moreau et M. Grélot résume celle de M. Gardet.

Après avoir entendu les deux Rapporteurs, la Société procède à l'élection. MM. Moreau et Gardet sont élus membres titulaires à l'unanimité.

Présentation d'un nouveau membre. — MM. Vogt et Gutton présentent la candidature de M. Husson, Professeur à la Faculté des Sciences. M. Vogt fera le rapport d'usage dans la prochaine séance.

Communication

M. Guillemain : Exposé sommaire des théories de relativités restreinte et généralisée d'Einstein.

Le Secrétaire annuel,

Ph. LASSEUR.

SUR LA PRÉSENCE DE " GENTIANA CILIATA " A BRUYÈRES

Par M. LEMASSON

Le grès rouge des environs du Saint-Dié dépasse Bruyères d'environ un kilomètre pour se terminer par une faille et sans déborder la rive droite de la Vologne. Placé entre le granit et le grès vosgien, il émerge à une altitude variant de 360 à 480 mètres.

Le chemin de fer de Bruyères à Rambervillers traverse constamment ce grès rouge depuis le tunnel de Bruyères jusqu'à Brouvelieures. A 2 kilomètres de la gare de Bruyères, près de la ferme de Grèbié, à droite, dominant un vallon étroit, on aperçoit un mamelon d'environ 500 mètres d'altitude, appelé la « Tête brûlée » où poussent des broussailles, des ronces, des églantiers et quelques pins sylvestres. C'est parmi ces derniers, qu'en septembre 1919, j'ai rencontré, sur une surface de quelques ares seulement une vingtaine de pieds de *Gentiana ciliata*, L., tous de hauteur normale et nullement souffreteux.

Il m'a paru intéressant de signaler cette station perdue au milieu des terrains siliceux. Cette plante, commune en terrains calcaires, avait été signalée par l'abbé Boulay sur les mêmes terrains dolomitiques de Saint-Dié. La dolomie de Bruyères, autrefois exploitée comme pierre à chaux, donne en outre refuge aux plantes suivantes :

<i>Aquilegia vulgaris</i> , L.	<i>Cornus sanguinea</i> , L.
<i>Dianthus armeria</i> , L.	<i>Erythrea centaurium</i> , Pers.
<i>Rosa arvensis</i> , L.	<i>Vinca minor</i> , L.
<i>Rubus cæsius</i> , L.	<i>Carex glauca</i> , L.
<i>Galium sylvestre</i> , Poll.	<i>Melica uniflora</i> , Retz.
<i>Tussilago farfara</i> , L.	<i>Hypnum molluscum</i> , Hedw.
<i>Helianthemum vulgare</i> , Gærtn.	— <i>glareosum</i> , Br.
<i>Cirsium anglicum</i> , D. C.	— <i>rugosum</i> , Ehr.

qui, toutes, abondent en terrains calcaires et qui, ici, disparaissent totalement quand on passe au grès vosgien ou au granit.

Le grès vosgien étant poreux et le grès rouge argileux, il en résulte de nombreux suintements à leur intersection et des petits éboulis de grès rouge, permanents et à pentes assez rapides. D'où

formation de petits ravins caractéristiques où le garon ne peut se fixer, et à végétation relativement variée et tranchant encore sur les terrains siliceux avoisinants.

C'est là que croissent :

<i>Impatiens noli tangere</i> , L.	<i>Carex maxima</i> , Scop.
<i>Sanicula europaea</i> , L.	<i>Carex remota</i> , L.
<i>Circea lutetiana</i> , L.	<i>Equisetum hyemale</i> , L.
<i>Paris quadrifolia</i> , L.	

Ici, les dépôts tourbeux avec des débris végétaux ajoutent leur influence à la nature et à l'humidité du sol.

Et, dans la forêt, aux abords de ces ravins, je citerai encore :

<i>Osmunda regalis</i> , L.
<i>Listera cordata</i> , Spenn., sans compter nombreuses mousses et hépatiques.

Enfin, dans un fond tourbeux, sous bois, à la « Basse de l'Ane », à un kilomètre de Bruyères :

Lycopodium annotinum, L.

espèce toujours rare et à stations si espacées qu'elles sont comptées dans le massif vosgien.

La voie du chemin de fer traverse le grès rouge. Dans les tranchées creusées à cet effet, on a dû, pour fixer la terre des talus, opérer des semencements au moyen de graines provenant sans nul doute de terrains calcaires. Les espèces suivantes paraissent à un moment donné vouloir persister à vivre.

C'étaient surtout :

<i>Muscari comosum</i> , Gmel.	<i>Centaurea scabiosa</i> , L.
<i>Arabis sagittata</i> , Godr.	<i>Leucanthemum corymbosum</i> , L.
<i>Dianthus prolifer</i> , L.	<i>Hieracium praealtum</i> , Koch.
<i>Trifolium montanum</i> , L.	<i>Picris hieracioïdes</i> , L.
<i>Spirea filipendula</i> , L.	<i>Cytisus decumbens</i> , Godr.
<i>Galium lucidum</i> , All.	<i>Hippocrepis comosa</i> , L.

La plupart tendent à disparaître, sauf les trois dernières.

En résumé, il m'a paru intéressant de signaler cette florule, et surtout *Gentiana ciliata*, perdues pour ainsi dire dans ce recoin calcaire, et au milieu de terrains siliceux qu'elles ne peuvent envahir nulle part.

Sur certaines Relations entre les Déterminants

tirés d'une matrice rectangulaire

par M. H. VOGT

Considérons une matrice rectangulaire :

$$\| \| a_{ij} \| \| \quad \left(\begin{array}{l} i=1,2,\dots,n \\ j=1,2,\dots,m \end{array} \right)$$

dont le nombre des colonnes est égal à m , et le nombre des lignes est n supérieur à m . De cette matrice, on peut tirer des déterminants d'ordre m en prenant des éléments dans m des n lignes et cela d'un nombre de manières égal au nombre des combinaisons de n objets m à m .

Tous ces déterminants ne sont pas indépendants ; il existe entre eux des relations particulières, les plus simples sont du second degré et plusieurs ont été envisagées par divers auteurs, en particulier par M. BAZIN (*Journal de Liouville*, 1^{re} série, t. XVI, 1851, page 145), et par M. VAHLËN (*Journal de Crelle*, t. CXII, 1893, page 316).

Au point de vue historique, la théorie des déterminants a son origine dans la résolution des équations du premier degré à plusieurs inconnues. Beaucoup de théorèmes ont été énoncés par les mathématiciens tels que VAN DER MOND, relativement aux expressions qui entrent dans les formules donnant les valeurs des inconnues d'un système de telles équations en fonction des coefficients, et les relations qu'ils ont trouvées constituent précisément des théorèmes sur les déterminants ; il suffit de changer très peu les notations adoptées par ces auteurs pour leur donner la forme qui leur convient avec les notations que nous avons l'habitude d'employer.

Précisément, je dois à l'obligeance de M. Thomas MUIR, le mathématicien moderne qui s'est le plus occupé des déterminants, une indication qu'il a reproduite dans son ouvrage : *The Theory of determinants in The Historical order of développement*. 2^e édition, 1906, t. 1, pages 138 et 145.

M. Thomas MUIR résume les principaux raisonnements et résultats publiés par P. DESNANOT, censeur du Collège royal de Nancy. Dans une brochure intitulée : *Compléments de la théorie des équations du premier degré* (1819), DESNANOT indique deux groupes de relations du second degré ; avec la terminologie actuelle, les unes concernent les déterminants d'ordre m tirés d'une matrice, les autres concernent les déterminants d'ordre m et des déterminants d'ordre $m - 1$; on peut les établir de proche en proche par un procédé presque intuitif de la manière suivante :

D'une manière générale, nous désignerons par $(b\ k\ \dots)$ un déterminant formé par les éléments d'une matrice pris dans toutes les colonnes et dans les lignes d'indices $b\ k\ l\ \dots$

Prenons d'abord $m = 2$, considérons la matrice

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \\ \dots & \dots \end{vmatrix}$$

et l'une de celles qui s'en déduisent par suppression de l'une des deux colonnes ; entre les déterminants formés avec les éléments de trois des lignes choisies arbitrairement dans ces matrices, par exemple les trois premières, on a l'égalité

$$(1) \quad (23) (1) - (13) (2) + (12) (3) = 0 ;$$

elle est la traduction de l'égalité évidente

$$\begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{vmatrix} a_{11} - \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{31} & a_{32} \end{vmatrix} a_{21} + \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} a_{31} = 0,$$

i étant égal à 1 ou à 2.

Toujours dans le cas de $m = 2$, entre les déterminants du second ordre tirés de quatre lignes, par exemple des quatre premières, on a l'égalité

$$(2) \quad (23) (14) - (13) (24) + (12) (34) = 0$$

ou bien

$$\begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{41} & a_{42} \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{31} & a_{32} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} \\ a_{41} & a_{42} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} a_{31} & a_{32} \\ a_{41} & a_{42} \end{vmatrix} = 0.$$

Pour la démontrer, il suffit de développer les derniers déterminants suivant les éléments a_{41} et a_{42} ; les coefficients de ces deux éléments sont nuls d'après les relations (1).

On passe de là au cas de $m = 3$; entre les éléments de 4 lignes de la matrice donnée et de la matrice obtenue par suppression de l'une des colonnes, on a la relation

$$(3) \quad (234) (14) - (134) (24) + (124) (34) = 0$$

qui s'écrit

$$\begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} a_{1i} & a_{1j} \\ a_{4i} & a_{4j} \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} a_{2i} & a_{2j} \\ a_{4i} & a_{4j} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} a_{3i} & a_{3j} \\ a_{4i} & a_{4j} \end{vmatrix} = 0$$

i et j étant deux quelconques des nombres 1, 2, 3. On la vérifie en développant les déterminants du troisième ordre suivant les éléments de la colonne autre que celles qui ont i et j pour indices, les coefficients de ces éléments sont nuls identiquement ou d'après l'égalité (2).

On passe ensuite à l'égalité

$$(4) \quad (234) (145) - (134) (245) + (124) (345) = 0$$

qu'on vérifie en développant les seconds déterminants suivant les éléments de la ligne d'indice 5; on parvient ainsi à des relations du second degré à trois termes portant sur les permutations des trois nombres 1, 2, 3, et ainsi de suite.

Nous nous proposons d'établir des relations quadratiques portant sur les permutations d'un nombre quelconque d'indices de lignes en nombre h , égal ou inférieur à $m + 1$; sans nuire à la généralité, nous pouvons supposer que ces indices sont les h premiers nombres entiers et nous désignerons par i l'un quelconque d'entre eux. Soient k, l, \dots, p des indices fixes supérieurs à h , en nombre $m - h + 1$; soient q, r, \dots, s, t des indices quelconques fixes en nombre $m - 1$.

Nous avons en vue deux relations, la première s'exprime par l'égalité :

$$(5) \quad \sum_{i=1}^{i=h} (-1)^{i-1} (12 \dots i-1 \ i+1 \ \dots \ hkl \dots p) (iqr \dots st) = 0$$

dont chaque terme est un produit de deux déterminants d'ordre m , la seconde s'exprime par l'égalité :

$$(6) \quad \sum_{i=1}^{i=h} (-1)^{i-1} (12 \dots i-1 \ i+1 \ \dots \ hkl \dots p) (iqr \dots s) = 0$$

qui diffère de la précédente par suppression du dernier indice t ; chaque terme est un produit de deux déterminants, l'un d'ordre m , l'autre d'ordre $m - 1$, les éléments de celui-ci sont supposés choisis dans $m - 1$ des colonnes de la matrice, les indices de ces colonnes étant choisis arbitrairement d'une manière fixe.

La relation (5) est une conséquence des équations (6) supposées établies pour tous les choix possibles des $m - 1$ colonnes d'où sont tirés les éléments des déterminants d'ordre $m - 1$; il suffit en effet de développer les seconds déterminants des produits entrant dans (5) suivant les éléments de la ligne d'indice t , le coefficient d'un de ces éléments dans la somme est au signe près le premier membre d'une des relations (6) et est nul.

Nous allons faire voir que si toutes les équations de la forme (5) ou (6) relatives à $m - 1$ des colonnes de la matrice donnée sont satisfaites, celles qui se rapportent aux m colonnes le sont aussi. Il suffit en effet de développer le premier facteur de chaque produit entrant dans le premier membre de (6) suivant les éléments de la colonne n'entrant pas dans le second facteur; le coefficient de l'un de ces éléments est, au signe près, égal au premier membre d'une équation de la forme (5) relative à $m - 1$ colonnes, b pouvant, dans certains cas, être diminué d'une unité; toutes les équations de cette forme étant supposées vérifiées, les équations (6) et, par suite, l'équation (5) sont satisfaites.

En passant ainsi du cas de m à celui de $m - 1$ et ainsi de suite, on est ramené finalement à démontrer les relations de la forme (6) relatives à deux colonnes quelconques de la matrice donnée; elles s'écrivent avec la notation adoptée

$$(b\ c)\ (a) - (a\ c)\ (b) + (a\ b)\ (c) = 0$$

et elles sont satisfaites, d'après ce qui a été dit au début.

Dans les égalités (5) ou (6), les indices q, r, \dots, s, t sont quelconques et peuvent être égaux à quelques uns des indices entrant dans les premiers facteurs. Si un ou plusieurs d'entre eux sont inférieurs à h , les déterminants dans lesquels l'indice i est égal à l'un des nombres q, r, \dots, s, t sont nuls et le nombre des termes des produits (5) ou (6) est diminué.

LES NAPPES AQUIFÈRES PROFONDES

DU DÉPARTEMENT DE LA MEUSE

Par M. HENRY JOLY

La reconstruction des régions dévastées par la guerre et la grande sécheresse qui sévit en 1921 ont posé impérieusement, pour un grand nombre de communes du département de la Meuse, le problème de l'alimentation en eau potable.

Ayant été souvent appelé à donner mon avis sur des projets d'adduction d'eau potable, je crois devoir donner ici quelques indications sur l'application dans notre région d'un procédé général et courant, trop peu employé à mon avis, et susceptible cependant de donner d'excellents résultats.

Il existe bien, en effet, dans toute commune, un certain nombre d'habitants qui connaissent les ressources en eaux de source du territoire communal ou même des territoires communaux voisins; aussi, lorsqu'il s'agit de doter les communes d'une amenée d'eau potable, les habitants eux-mêmes sont fixés sur la source ou les sources qu'ils veulent capter et utiliser, ou bien ils sont à même de répondre à une série de questions que les géologues ou les ingénieurs seront obligés de poser. Malheureusement, il arrive aussi qu'il n'existe aucune source permanente aux environs du village, ou bien que les sources tarissent, ou bien que la distance des sources au village est trop considérable, ou encore, ce qui est cependant assez rare, que les dangers de contamination ne peuvent être évités.

Alors le problème devient angoissant, car le géologue appelé en consultation ne peut souvent que confirmer la mauvaise situation et conseiller des moyens de fortune.

Lorsqu'il s'agit de captage d'eaux de sources naturelles, le problème est donc généralement très simple, et les seules difficultés techniques ou financières sont surmontées tôt ou tard; aussi, n'est-ce pas la question des sources naturelles que j'ai l'intention de traiter ici. Je veux m'attacher à essayer de résoudre, d'une façon générale, le problème de l'alimentation en eau potable. Je laisserai

d'ailleurs de côté, comme ressortissant à l'art de l'ingénieur ou du spécialiste, tout procédé consistant en la purification artificielle d'eaux polluées ou pouvant l'être, comme les filtres à sables, l'ozonisation, l'emploi des rayons ultraviolets, la javélisation, etc., et je m'occuperai seulement de la recherche des eaux susceptibles d'être utilisées directement comme eaux potables.

Il existe deux régions du département de la Meuse particulièrement pauvres en sources : ce sont évidemment des régions de bas plateaux ou de plaines, des régions où la surface peu sculptée du sol est constituée soit par des marnes imperméables s'opposant à l'infiltration des eaux dans le sol et, par conséquent, à la formation de nappes aquifères, soit par des masses épaisses de calcaires permettant bien aux eaux de s'infiltrer dans le sol, mais ne possédant pas de couches marneuses venant affleurer au flanc de vallées ou de vallons, pour laisser les eaux de la nappe aquifère sortir au jour sous forme de sources. Ces deux régions sont : l'une la Woëvre, région basse et marneuse, l'autre, le plateau calcaire portlandien aux approches des affleurements du Crétacé, vallée de l'Aire moyenne, vallée de la Chée, vallée de la Saulx. Chacune d'elles forme une bande de terrains de plus de dix kilomètres de largeur moyenne orientée sensiblement du Sud au Nord, avec tendance à tourner au Nord-Ouest.

Or, les événements de guerre sont parvenus à doter la première région d'un procédé pratique pour le captage d'eaux potables ; c'est le creusement de puits artésiens. En effet, de nombreux sondages ont été faits par les Français aussi bien que par les Allemands sur le front de la Woëvre et ont presque tous donné des résultats largement satisfaisants. M. THIÉBAUT, qui fut chargé, à titre de lieutenant du génie attaché à l'État-major de la II^e Armée, de toutes les recherches d'eaux pour cette armée, a publié une note des plus intéressantes (1) dans laquelle il fait connaître les données géologiques et hydrologiques recueillies au cours des recherches d'eau potable qu'il a ainsi effectuées en Lorraine. Les résultats publiés par M. THIÉBAUT ne concernent que les sondages effectués dans la zone du front français de la Woëvre, c'est-à-dire au sud d'une

(1) M. THIÉBAUT, 1920. Compte rendu des données géologiques et hydrologiques recueillies au cours des recherches d'eau potable effectuées en Lorraine par les Armées françaises. *Annales des Ponts et Chaussées*, III. 1920.

ligne passant par Apremont et Thiaucourt, mais ils permettent de tirer des conclusions générales que l'on peut étendre à toute la région qui nous intéresse, en ayant soin de vérifier seulement pour chaque cas particulier les épaisseurs des différents étages ou assises traversées, et la pression dépendant du niveau piézométrique. D'ailleurs, ces conclusions sont corroborées en quelques points par les résultats des sondages exécutés par les armées allemandes et par des sondages pour la recherche du minerai de fer ou par les puits d'extraction. Ainsi il faut citer pour la région de la Woëvre faisant partie du département de la Meuse, les sondages de Saint-Jean-les-Buzy, Moulotte, Nouillon-Pont, Eton, Muzeray, Jonville, Rouvres, Broussey, exécutés par les Allemands, et le sondage de Spincourt, comme les puits de mines d'Amermont et de Joudreville.

Pour mieux se rendre compte de la situation des nappes artésiennes et de leur véritable caractère, il est nécessaire de jeter un coup d'œil sur la constitution géologique de la région.

On sait, en effet, que pour qu'il y ait nappe artésienne, il faut, enfouie à une certaine profondeur dans le sol, une masse d'eau située dans une assise de terrains perméables, intercalée entre deux assises imperméables. Il faut aussi que l'assise perméable affleure à la surface du sol pour recevoir les eaux superficielles et permettre leur infiltration et leur accumulation en profondeur. La nappe d'eau souterraine ainsi formée est dite captive. Si l'on vient à forer un trou de sonde à partir de la surface du sol jusqu'à la couche perméable qui contient cette nappe, en perçant, bien entendu, la couche imperméable qui lui est superposée, l'eau de la nappe prendra dans le trou de forage un mouvement ascendant et s'élèvera jusqu'à ce qu'elle ait atteint son état d'équilibre suivant le principe des vases communicants, c'est-à-dire le niveau auquel se trouve la surface libre de la nappe aquifère captive dans la couche perméable.

En fait, la nappe aquifère captive n'ayant pas d'issue libre au jour, la couche perméable qui la contient est gorgée d'eau jusqu'au point le plus bas de l'affleurement ou des affleurements de cette couche à la surface du sol.

Si donc l'altitude du sol au point où l'on fait le forage est inférieure à l'altitude des affleurements les plus bas de la couche perméable, l'eau montera dans le trou de sonde jusqu'à la surface du sol et pourra même s'élever plus haut. Il arrive qu'il se forme de véritables jets d'eau quand le débit est suffisamment grand. Bien

entendu, il faut tenir compte des pertes de charge qui sont très importantes pendant la circulation de l'eau dans les interstices de la couche perméable et qui ont pour effet de diminuer la force ascensionnelle de l'eau dans le forage.

Examinons donc sommairement la constitution géologique du département de la Meuse, ou mieux celle du Nord-Est du bassin de Paris, car la géologie ne connaît pas les limites administratives.

On sait que cette région dessinait, aux temps jurassiques, un golfe appelé Golfe du Luxembourg, et dont l'axe orienté Nord-Est-Sud-Ouest suivait sensiblement la ligne Longwy-Verdun. De plus, par un mouvement de bascule postérieur, les terrains secondaires déposés dans ce golfe s'inclinaient vers le bassin de Paris, mais en dessinant en même temps une sorte de large thalweg dont l'axe est le même que celui du Golfe du Luxembourg. Il s'ensuit que l'inclinaison des différentes strates peut être considérée comme dirigée en gros vers Paris. Cette inclinaison, assez constante, se chiffre par environ 15 à 20 mètres par kilomètre.

Comme les couches de notre région ne vont ressortir que très loin au-delà de Paris, on peut considérer que les pertes de charge subies par le trajet de l'eau vers l'Ouest sont suffisantes pour contrebalancer la différence d'altitude (assez faible d'ailleurs) qui existe entre les affleurements des couches jurassiques de l'Est du bassin de Paris et ceux de l'Ouest, dans les départements de l'Orne et du Calvados. Ainsi se trouve réalisée, par l'inclinaison constante des couches vers l'Ouest des terrains jurassiques formés d'assises alternativement perméables et imperméables, la disposition nécessaire pour l'existence des nappes captives.

Ces assises, du moins celles qui nous intéressent spécialement ici, sont les suivantes :

Portlandien	} Supérieur	{ Grès calcaire jaune Calcaire oolithique vacuolaire	} épais. maxima. 25 m.		
				} Inférieur	{ Calcaire caverneux Calcaire compact (Taille de Tannois) Calcaire sublithographique et minces lits d'argile
Kimméridgien	} b) Virgulien	{ Alternances irrégulières de calcaires compacts, sublithographiques, de calcaires marneux et de marne Les marnes dominant à la base	} puis. moyenne 80 m.		
				} a) Ptérocérien	{ Alternances de calcaire marneux et de marnes
Lusitanien	} c) Séquanien	{ Astartien Séquanien	{ Calcaires à Astartes compacts, oolithiques et lithographiques } Épaisseur de 80 à 100 m.		
				} b) Rauracien	{ Masse de calcaires divers, d'origine corallienne plus ou moins directe
	} a) Argovien ou Glypticien	{ Calcaires à débris de coquilles, à polypiers, à oursins, appelés calcaires grumeleux	} 15 à 30 m.		
				Oxfordien	} Oolithe ferrugineuse (Calcaire oolithique) 8 à 10 m Calcaires marneux Calcaires à chailles Argiles bleues
Callovien	} Argile grise et marne oolithique ferru gineuse	} Puissance très variable : 8 à 10 m dans les Ardennes 115 m. dans la Woëvre.			
			Bathonien	} Sup. calcaires en plaquettes et marnes } Moy. calcaires marneux et marnes } Inf. masses de calcaires oolithiques }	} Dans la Woëvre, d'après M. Thié- baut : 30 à 40 m. 15 à 20 m. 54 à 62 m.
Bajocien	} Calcaires à polypiers Calcaires à entroques Calcaires sableux Marnes sableuses grises	} en tout 50 à 60 m.			

Le Kimméridgien a été traversé, partiellement seulement, par le sondage de Bar-le-Duc sur 85 mètres.

Le Lusitanien a été traversé sur 243 mètres au sondage de Bar-le-Duc ; et, au sondage de Verdun, le Corallien à lui seul (Argovien et Rauracien) atteint 200 mètres.

Les zones aquifères sont situées aux niveaux suivants :

1^o Niveau aquifère du Portlandien inférieur à la base de l'étage inférieur ;

2° Niveau séquanien, dans les calcaires sublithographiques qui sont un peu fissurés. La nappe de ce niveau n'est peut-être pas très abondante, l'étage renferme cependant une assise de quarante mètres de puissance d'un seul tenant tout en calcaire ;

3° Niveau-rauracien. Ce niveau, qui a été traversé par le sondage de Bar-le-Duc, est certainement intéressant parce que les calcaires du Rauracien sont souvent fissurés, diaclasés et permettent la circulation des eaux. Cependant, il est possible qu'un sondage ne traverse pas de diaclases et l'eau ne peut alors affluer en grande abondance au trou de sonde, mais on peut remédier à cet inconvénient par un procédé technique qui, s'il avait été employé dans le cas du sondage de Bar aurait vraisemblablement donné des résultats. Ce procédé consiste à faire éclater une ou plusieurs charges de dynamite dans le sondage, au niveau présumé de la nappe souterraine. L'explosion disloque les roches dans un rayon plus ou moins grand, selon la charge employée, crée des fissures qui ont pour effet de mettre en communication le sondage avec les diaclases gorgées d'eau. L'emploi de ce procédé a toujours donné de bons résultats et, pendant la guerre, il fut employé couramment dans les sondages de recherches d'eau faites par les armées ;

4° Niveau oxfordien. Ce niveau doit être très peu important.

5° Niveau bathonien. Les nappes aquifères du bathonien sont au nombre de deux, une dans le bathonien moyen dont les assises sont toujours très fissurées.

« Presque tous les forages (1), écrit M. Thiébaud, qui l'ont « atteint au-dessous du niveau hydrostatique ont donné un débit « supérieur à 5.000 litres à l'heure..... On peut donc en conclure « pour l'avenir, sans grande chance de démenti, que dans toute la « zone de la Woëvre où affleure la partie haute du bathonien supé-
« rieure et la base du callovien, tous les sondages forés dans le
« bathonien moyen rencontreront des venues d'eau abondantes ».

L'autre nappe aquifère bathonienne est située dans le bathonien inférieur. Ce niveau semble moins intéressant cependant que le précédent ;

6° Niveau bajocien. La nappe aquifère de la partie supérieure du bajocien est très intéressante ; dans la Woëvre elle a presque toujours donné des débits horaires voisins de 5.000 litres. C'est à ce

(1) Il s'agit de forages du front français entre Apremont et Pont-à-Mousson.

niveau que sont allés presque tous les sondages en Woëvre pendant la guerre ;

7° Niveau de la formation ferrugineuse. La nappe du minerai de fer est surtout intéressante là où le minerai de fer existe, mais les exploitations peuvent en modifier l'allure, et il est toujours préférable d'éviter de l'utiliser dans les zones à minerai exploitable. Par contre, quand la formation ferrugineuse n'existe pas, on passe directement du Bajocien aux marnes du Toarcien qui sont imperméables, et l'on ne peut plus espérer de nouvelles venues d'eau avant le Sinémurien ou grès de Luxembourg, si cet étage se présente comme à Longwy sous son faciès gréseux, ce qui n'est nullement certain.

Mais l'on atteindrait déjà dans la Meuse des profondeurs par trop considérables et les eaux recueillies, tout en étant pures et artésiennes seraient aussi à une température trop élevée et renfermeraient trop de matières minérales en dissolution.

Deux sondages nous donnent, au sujet des épaisseurs de terrains d'utiles indications : ce sont ceux de Verdun et de Bar-le-Duc.

Le sondage de Verdun, effectué à Belleville près de Verdun, non loin de l'emplacement du hangar à dirigeables, avait son orifice à la cote 198 m. 50, à 40 mètres en dessous du toit du Rauracien. Le Bathonien fut atteint à 316 mètres de profondeur, le Bajocien à 465 mètres, le minerai de fer à 576 mètres en même temps qu'une source artésienne, débitant 300 litres à l'heure.

Le sondage de Bar-le-Duc a été poussé jusqu'à 350 mètres de profondeur, la succession détaillée des différentes assises recoupées qui m'a été très obligeamment communiquée par M. Frontard, ingénieur en chef des ponts et chaussées à Bar-le-Duc, m'a permis de déterminer l'âge géologique des différentes couches. Ce sondage à traversé :

- de 0^m à 5^m40 du remblai et des alluvions.
- de 5^m40 à 48^m72 les argiles du Virgulien (Kimméridgien supérieur).
- de 48^m72 à 87^m90 les calcaires et marnes du Pterocérien. (Kim. Inf.).
- de 87^m90 à 158^m20 les calcaires de l'Astartien (Séquanien sup.).
- de 158^m20 à 218^m20 les calcaires et marnes du Séquanien proprement dit.
- de 218^m20 à 300^m20 les calcaires du Rauracien.
- de 300^m20 à 331^m43 les marnes grumeleuses du Glypticien.
- de 331^m43 à 350^m les calcaires gris de l'Oxfordien supérieur.

De tout ce qui précède, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

La partie du département de la Meuse deshéritée en eau, qui

s'étend au Nord-Est du département, sous les côtes et au-delà, pourra s'alimenter en eau potable en allant chercher par sondage les eaux artésiennes ou seulement ascendantes des niveaux du Bathonien ou du Bajocien. Nos connaissances géologiques appuyées par les observations faites sur les sondages existant actuellement sont suffisamment nettes pour permettre de déclarer avec certitude que ce procédé est infaillible. Seule la quantité d'eau devant être débitée par les sondages ne peut être précisée à l'avance.

Quant à la deuxième partie du département, celle qui s'étend sur les affleurements du Kimméridgien ou du Portlandien, j'estime qu'elle doit pouvoir s'alimenter en eau potable à la nappe aquifère du Rauracien et à celle du Séquanien. Évidemment il n'y a pas ici autant de certitude que dans le cas précédent, et l'on ne peut parler d'infaillibilité ; il n'y a pas en effet de sondage récent qui ait tenté de capter les eaux du Rauracien ; et surtout, le seul sondage qui a traversé cet étage, le sondage de Bar-le-Duc, n'a pas donné de résultats favorables, mais les sources d'affleurements provenant de ces nappes aquifères, sont, par places, très abondantes et donnent naissance à de gros ruisseaux ; aussi je persiste à croire que les nappes du Séquanien et du Rauracien sont susceptibles de donner abondamment de l'eau artésienne. Ces étages sont faits d'assises perméables : d'aucunes sont assez largement fissurées, et elles doivent être gorgées d'eau, leurs affleurements étant très étendus. Le niveau piézométrique doit s'établir non loin en dessous de la cote 195 qui, étant la cote du point le plus bas de la vallée de la Meuse à sa traversée des affleurements rauraciens, est aussi le point de la cote minima par laquelle les eaux rauraciennes puissent déborder du vase sou terrain.

Il serait des plus utile pour le département de la Meuse que l'expérience fut faite au moins une fois. Il est déjà plusieurs communes qui se voient obligées de rechercher de l'eau à de grandes distances ou qui alors sont réduites à s'en passer, tandis qu'un sondage pourrait leur donner satisfaction. Mais la décision est grosse à prendre pour une commune ; aussi serait-il désirable que l'État, sous la forme du génie rural ou du service de la reconstitution des régions libérées tentât lui-même l'expérience et fit un sondage sur le territoire d'une commune manquant d'eau.

RENÉ NICKLÈS

(1859 - 1917)

SES TRAVAUX SCIENTIFIQUES

PAR

HENRY JOLY

Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Nancy
Directeur de l'Institut de Géologie appliquée

MESSEURS,

C'est une tâche toujours délicate que celle de rappeler la vie et les œuvres des disparus, mais cette tâche est un devoir pour ceux qui, comme moi vis-à-vis de René NICKLÈS, ont assisté à tous les événements d'une grande partie de leur vie, qui ont été souvent leurs collaborateurs et qui ont pu apprécier leur bonté et leur dévouement. Et le devoir se double alors de toute la douceur d'un sentiment de profonde gratitude. C'est animé de ce sentiment que j'ai écrit ces lignes comme un fils scientifique qui rend hommage à celui qui fût son maître, son protecteur et son guide.

NICKLÈS avait, en effet, pour ceux chez lesquels il remarquait les premières lueurs d'une flamme d'amour pour sa science préférée, une douceur et une bonté toutes paternelles; il les suivait attentivement du regard pendant les premiers temps, leur découvrait sans en avoir l'air, ou plutôt leur faisait découvrir par eux-mêmes, l'attrait de la Géologie; il les poussait bientôt plus avant dans la Science et leur dévoilait peu à peu l'intérêt scientifique et pratique de l'étude de toute l'écorce terrestre. Ses élèves devenaient alors des géologues convaincus et ardents au travail. J'éprouvai personnellement cette sollicitude et je fus aussi souvent témoin des encouragements paternels qu'il donnait aux jeunes.

NICKLÈS s'adonna d'ailleurs très jeune à la Géologie : A l'âge de 7 ans, il commençait déjà une collection de fossiles, ramassés dans le Lias des environs de Nancy, sa ville natale, et plus particulièrement aux environs de Dommartemont, propriété de ses parents, où

il venait passer ses vacances. Nous voyons une preuve évidente de l'amour qu'il eut très tôt pour la Géologie, dans ce fait qu'au sortir de l'École des Mines de Paris, il délaissa la carrière d'ingénieur qui s'offrait à lui avec ses belles perspectives, pour se faire de nouveau étudiant en Géologie.

Je me garderai de passer sous silence un autre sentiment que l'on retrouve dans toute sa vie et qui guida plus d'une fois ses actions et ses travaux : l'amour de la France et l'amour de sa petite patrie : la Lorraine. Cet amour, accompagné naturellement d'une aversion profonde de l'Allemand, lui fût donné par sa naissance ; son père était d'origine alsacienne et l'on s'imagine aisément l'impression aigüe que devait faire sur son esprit et son cœur la guerre de 1870 et les sentiments exprimés au sein de sa famille en ce temps-là.

Né en 1859, le 25 mai, à Nancy, NICKLÈS fit ses études secondaires au Lycée de cette ville et obtint le grade de bachelier avec les deux mentions : Lettres et Sciences. Puis il se présenta et fût admis comme élève externe à l'École Nationale des Mines de Paris. « Son passage dans cette établissement — écrit le colonel « Delcambre (1) — eût sur sa carrière la plus heureuse influence, « car c'est là qu'il puisa, comme il se plaisait lui-même à le recon- « naître, le goût de la précision dans les observations et son penchant « pour les applications industrielles de la Géologie, qui devaient « en faire un des maîtres les plus éminents de la Géologie appli- « quée. C'est à cette époque que sa vocation s'orienta définitive- « ment vers la Géologie et, dans les mémoires qu'il rédige au retour « des missions qui le conduisent successivement en Hongrie et en « Espagne, on devine le puissant intérêt qu'il va prendre désormais « aux problèmes touchant à la structure de l'écorce terrestre. »

Déjà pendant ses années de l'École des Mines, NICKLÈS avait pris contact avec la Sorbonne et le Collège de France, dont il fréquentait les cours et les laboratoires chaque fois qu'il le pouvait. Il eut le rare bonheur d'être l'auditeur de maîtres éminents : Marcel Bertrand, à l'École des Mines, Hébert et Munier Chalmas, à la Sorbonne. Aussi sa vocation se dessinant impérieusement, passa-t-il sa licence au sortir de l'École des Mines après avoir obtenu son diplôme d'ingénieur, et se mit-il à approfondir la Géologie dont ses études antérieures ne lui avaient donné à son avis qu'une connaissance insuf-

(1) René Nicklès par le colonel Delcambre. — B. S. G. F., 1921.

fisante. Il obtint bientôt du Ministre de l'Instruction Publique une mission scientifique en Espagne, suivie d'une deuxième l'année suivante. Il visita le Sud-Est de l'Espagne, provinces de Teruel, de Valence et d'Alicante ; il étudia particulièrement cette dernière, rapportant de ses voyages des documents nombreux et fort intéressants qui lui permirent de publier plusieurs ouvrages importants et qui faisaient encore l'objet de ses occupations, quand, en 1917, la maladie le força à abandonner ses collections.

Un de ces ouvrages lui servit de base à ses thèses de doctorat, qu'il soutint brillamment en Sorbonne le 3 décembre 1891. Il avait publié déjà auparavant, en 1890, un premier mémoire sur la Paléontologie du Sud-Est de l'Espagne et fait plusieurs communications, soit à l'Académie des Sciences, soit à diverses Sociétés savantes sur l'Espagne et sur la Lorraine.

En 1893, le poste de chargé de cours de Géologie à la Faculté des Sciences de Nancy devint vacant par le décès de Wohlguemuth. C'était une occasion unique pour le jeune Géologue de réaliser d'un seul coup son idéal de savant en devenant professeur de Géologie près d'une Faculté, et son idéal de patriote en revenant dans son pays natal, dans sa Lorraine qu'il aimait tant.

NICKLÈS sollicita donc le poste de Nancy et fut nommé. La Faculté où son père, J. NICKLÈS, avait enseigné la Chimie avant la guerre de 1870, l'accueillit à bras ouverts ; le jeune maître (il avait alors 34 ans), fit son premier cours dans ce même amphithéâtre de la Place Carnot, où son père enseignait encore quelques années auparavant. Et ce fût une bien douce émotion pour lui en même temps qu'une belle récompense d'une jeunesse travailleuse.

NICKLÈS se mit résolument et rapidement à l'œuvre, réformant l'enseignement, recueillant et organisant les collections qui ne comprenaient alors que quelques centaines de fossiles, d'abord dans l'ancien laboratoire de Géologie, situé dans une partie des bâtiments de la Faculté de Pharmacie actuelle, puis dans le nouveau laboratoire, au rez-de-chaussée du bâtiment des Sciences Naturelles de la Place Carnot. Bientôt le maître ne suffisait plus à la besogne, telle était l'extension des collections et tel aussi le nombre des élèves qui arrivaient en groupes serrés de l'Institut Chimique ; aussi demanda-t-il et obtint-il un préparateur : Authelin, qui s'annonçait un brillant paléontologiste quand la mort l'enleva prématurément en 1903.

Cette période de la vie de NICKLÈS fût féconde en travaux scientifiques, elle le fût aussi en évènements. C'est à cette époque que se place la série des travaux publiés à l'occasion de l'établissement de la carte géologique des terrains secondaires de la Montagne Noire et des Causses pour le Service de la Carte Géologique de France, dont il était collaborateur adjoint presque depuis sa sortie de l'École des Mines (Feuilles de Bédarieux, Saint-Affrique, le Vigan). A cette époque aussi sont publiés les travaux ayant trait à la Lorraine, quelques notes de Paléontologie, de Stratigraphie et les feuilles de Metz et de Sarrebourg.

Des Sociétés savantes tiennent des réunions exceptionnelles à Nancy ou dans d'autres régions sous la conduite de NICKLÈS. C'est, en 1898, à Nancy et dans les Vosges, la Société Belge de Géologie, d'Hydrologie et de Paléontologie; en 1901 et 1907, dans les Causses, la Société Géologique de France.

NICKLÈS fût successivement nommé chargé d'un cours complémentaire, puis professeur-adjoint; mais si la Faculté l'avait accueilli à bras ouverts à son arrivée, cela ne veut pas dire qu'il n'eut pas à lutter quelquefois pour créer à la Géologie la place — et quelle place! — qu'il sut lui faire et qu'elle occupe aujourd'hui. Il n'y arriva que grâce à beaucoup de persévérance et parfois même au prix du sacrifice de ses préférences. Je me souviens qu'il me narra notamment un de ces épisodes qui fût momentanément pour lui une déception, mais qui eut un magnifique résultat... NICKLÈS venait de recevoir les tirés à part d'un de ses mémoires de Paléontologie sur le Crétacé de l'Espagne — une de ses plus belles publications — et s'empressait d'aller en offrir la primeur à son doyen; mais Bichat, qui voulait orienter sa Faculté vers les Sciences appliquées, insinua, après quelques brèves paroles de félicitations, que des études d'un autre genre montreraient peut-être mieux l'utilité de la Géologie, comme la recherche et la découverte de quelque gisement nouveau, un bassin houillier par exemple. Ce conseil du grand doyen fût d'abord pour le jeune professeur un serrement de cœur. Ne fallait-il pas abandonner dès lors ces belles recherches paléontologiques en vue desquelles il avait déjà tant accumulé de matériaux et tant travaillé avec l'appui des maîtres de Paris, Munier Chalmas en tête. Mais NICKLÈS était un Lorrain; loin de s'abandonner au découragement, il se proposa au contraire, magnifique riposte, de répondre au désir de son chef en s'appliquant à orienter ses recherches vers

la pratique ; sa qualité d'ingénieur des mines ne lui en donnait-elle pas la facilité ? n'était-il pas tout préparé à cette tâche ? Aussi ce jour fût-il le premier d'une nouvelle période de la vie de NICKLÈS. « Être utile à son pays » devint pour ainsi dire la devise secrète que nous retrouvons à chaque pas de cette période où il prépara l'organisation d'un enseignement de Géologie appliquée. Les événements le servirent. Ayant presque terminé les cartes géologiques du midi de la France qui l'avaient éloigné de la Lorraine pendant de longs mois de vacances, il eut plus de temps à consacrer à l'étude de notre région. Il rendit à plusieurs reprises des services signalés à l'industrie minière lorraine. Il avait fait en 1898 à la Société Industrielle de l'Est une conférence sur « la Géologie et ses applications industrielles » et avait ainsi attiré sur lui l'attention des grands industriels lorrains. C'est ainsi qu'au cours de diverses entrevues, naquit dans les esprits l'idée du renouvellement du problème de Jacquot, de 1860, la recherche en France du prolongement du bassin houiller de Sarrebruck ; c'était, à quarante années d'intervalle, le même problème, mais posé à plus de 60 kilomètres de distance, et, fort heureusement, avec des moyens techniques bien supérieurs. NICKLÈS était le chercheur patient, passionné et patriote qui convenait à la grandeur du problème ; il s'y adonna de tout cœur. Cependant, là encore, quelques déceptions l'attendaient.

NICKLÈS avait donc été consulté, et, en même temps, d'autres géologues de Paris : Marcel Bertrand et Bergeron. Il s'agissait de déterminer par la Géologie le passage en Meurthe-et-Moselle du prolongement de l'axe anticlinal du bassin de Sarrebruck. Marcel Bertrand et Bergeron, sans quitter leur laboratoire, répondirent par la théorie et l'examen des cartes, indiquant comme prolongement de l'axe cherché une ligne passant par le village de Lesménils. NICKLÈS, qui, faisant siennes les belles idées du coefficient de sédimentation et des plis posthumes, avait étudié sur le terrain même la tectonique des terrains secondaires, concluait à une ligne : Éply-Atton. Il ajoutait que, fort vraisemblablement, le terrain permien n'existerait pas dans cette zone où le terrain houiller se trouverait par conséquent au minimum de profondeur. NICKLÈS allait même jusqu'à déterminer des emplacements de sondages, notamment un emplacement près d'Éply qu'il alla visiter en voiture (détail qu'il n'est pas inutile de rappeler) avec les maîtres de forges qui l'avaient interrogé.

Toutefois, les industriels, pour des raisons plutôt d'ordre social, hésitaient et les mois passaient, quand subitement éclata la nouvelle qu'un sondage pour la recherche de la houille s'installait aux environs d'Éply. Or, NICKLÈS n'y était pour rien, non plus que les industriels, ses amis ; aussi quelle ne fût pas la stupéfaction de tous de voir occupé précisément l'emplacement idéal, visité en voiture, de voir découvert le secret de la ligne fixée pour le passage de l'anticlinal de Sarrebruck ?... C'était le 22 janvier 1903. Quelle épreuve pour le savant !... Les industriels toutefois se ressaisirent ; le sondage de Lesménils fût commencé en décembre 1903. NICKLÈS pu mettre en librairie ses idées sur la houille en Lorraine, dans une brochure qui fit sensation.. Une fusion de sociétés vint rétablir les choses et notre savant eut la joie de voir réalisées ses espérances et ses prévisions. C'est le 26 mai 1904 que le terrain houiller fut découvert au sondage d'Éply ; un peu plus tard, la houille y fut trouvée à 691 mètres de profondeur, tandis que le sondage de Lesménils se poursuivait dans le terrain houiller bouleversé jusqu'à 1507 mètres de profondeur sans rencontrer de houille.

NICKLÈS s'adonna plusieurs années à la recherche de la houille, et la campagne était à peine terminée qu'il dût s'inquiéter de locaux et d'espace pour l'agrandissement du laboratoire et la création d'un Institut de Géologie. Les collections s'étaient en effet considérablement accrues, et, le diplôme « d'Ingénieur-Géologue de l'Université de Nancy » fût créé le 20 juillet 1908, par arrêté ministériel à la demande de NICKLÈS et de la Faculté des Sciences.

Cette création précéda de peu celle de la chaire de Géologie, par disjonction des deux enseignements de Géologie et de Minéralogie. Puis, en 1909, à l'occasion du jubilé du grand paléontologiste Gaudry, NICKLÈS fût fait chevalier de la Légion d'honneur. C'est aussi vers cette époque que deux prix vinrent récompenser les recherches de NICKLÈS : le prix Labbé, décerné par l'Académie des Sciences et le prix Gosselet, décerné par la Société Géologique de France.

NICKLÈS se sentit alors véritablement encouragé, et de tous côtés.

Conquis par son ardeur, sa conviction et sa foi en l'utilité d'un enseignement de Géologie appliquée, les industriels se décidèrent — et certains, comme M. Fould, avec enthousiasme — à ouvrir une souscription en faveur de l'Institut de Géologie pour développer cet enseignement et aider à l'installation des laboratoires, des collec-

tions, de la bibliothèque et des salles de cours dans les locaux de l'ancien séminaire, dévolu à l'Université, et que NICKLÈS obtint du Conseil de l'Université en mai 1909. N'avait-il pas dit, ce qu'il écrira encore à son doyen huit jours avant sa mort : « Il est nécessaire qu'on relève l'enseignement de la prospection en France, sinon, aux colonies, les prospecteurs étrangers continueront à reconnaître nos gisements miniers et à les accaparer, au détriment des compagnies vraiment françaises. C'est une nécessité qui me fait insister sur ce point. »

Le total de la souscription dépassa 110.000 francs, somme à laquelle s'ajoutait un crédit extraordinaire voté auparavant par le Conseil de l'Université. Ces sommes permirent, en 1910 et 1911, l'aménagement et l'organisation du bâtiment de la rue de Strasbourg et des collections qui y sont exposées. Certes la besogne ne manqua pas ; mais, vers 1912, il ne restait plus guère que le Musée Industriel à terminer. Cependant il ne suffisait pas d'organiser, il fallait étudier et déterminer ces belles collections. Plusieurs élèves, entraînés par l'ardeur du maître entreprirent des thèses de doctorat. Lui-même, se reprenant à ses études d'antan, car il aimait la Paléontologie, déterminait des fossiles pendant les rares moments de liberté que lui laissaient les charges absorbantes de l'enseignement et de l'administration. Il avait vu clairement l'avenir des applications de la science pure et recrutait des élèves ; mais il souffrait du manque de personnel. Il était obligé de recourir à de nombreux artifices et à de nombreuses bonnes volontés. Des professeurs dévoués faisaient des cours gratuitement ou en échange de très faibles rétributions, répondant ainsi à l'appel qu'il savait lancer au nom de la Science appliquée. Lui-même payait de sa personne, assurant gratuitement et le plus aimablement du monde la charge de la direction et celle d'un cours important.

Mais il ressentait déjà les premières atteintes du mal terrible qui devait avoir raison de sa robuste santé. En 1911, il dût subir une intervention chirurgicale dont il se remit cependant fort bien. La guerre lui causa un surmenage intense ; ne pouvant porter les armes, il voulut néanmoins agir en soldat ; dès le début des hostilités, il se mit à la disposition de la Croix-Rouge, et s'employa activement à l'administration d'un hôpital auxiliaire, sans cesser un instant son service à la Faculté, faisant même les cours de ses préparateurs mobilisés. D'ailleurs, il rendit plus directement encore des

services à l'armée en appliquant sa science aux nécessités militaires. De nombreuses fois, en effet, il communiqua aux états-majors des renseignements sur la constitution des terrains et le régime hydrologique de cette région de l'Est de la France qu'il connaissait si bien. NICKLÈS était un trop bon Français et un trop grand patriote pour que je ne m'attarde pas quelques instants à rappeler ici ce qu'il fit pendant la guerre pour les armées françaises et alliées. Je n'eus pas le bonheur de l'aider dans cette besogne, j'étais alors malheureusement prisonnier de nos ennemis ; mais, là-bas, dans ma forteresse de Saxe, je « savais intimement » que mon maître travaillait pour la France. Pouvait-il ne pas travailler pour les armées, lui que j'avais vu, plusieurs années avant le déclenchement de la tourmente, donner confidentiellement à un colonel directeur du génie à Nancy, des renseignements géologiques — et de quelle importance ! — sur les couches stratifiées sur lesquelles étaient assis les nouveaux forts de Metz ?

Mais je préfère laisser, pour cette partie, la parole à un officier de ses meilleurs élèves : le colonel Delcambre (1) :

« NICKLÈS, qui dès les premiers jours de la guerre, s'était employé
 « à la création d'ambulances et d'hôpitaux et qui avait abandonné
 « les travaux qui faisaient sa joie, car, ainsi qu'il me l'écrivait en
 « janvier 1915 : « il aurait cru mal faire en regardant un fossile » ;
 « NICKLÈS reprit son activité scientifique et, de jour en jour, alluè-
 « rent chez lui les demandes de renseignements de plus en plus
 « nombreuses, pour la II^e et la VIII^e armée française. Son rôle
 « débuta, dès juin 1915, dans l'alimentation en eau du front de
 « Vauquois, puis du front de Verdun. Presqu'en même temps, le
 « général commandant le génie de la I^{re} armée, le consultait pour
 « trouver de l'eau dans la Woëvre. Il conseille des forages à travers
 « le Bathonien et il donne des indications si précises sur la profon-
 « deur des nappes que ses prévisions se trouvent réalisées avec une
 « précision qui confond les autorités militaires intéressées. C'est
 « ensuite le détachement de l'Armée de Lorraine dont il reçoit les
 « chefs de service (Service routier, Service des eaux et Service de
 « santé). Entre temps, il rédige pour l'état-major une carte géolo-
 « gique au 1/80000^e de la Lorraine annexée sur le territoire de laquelle
 « il a l'espoir de voir bientôt évoluer les troupes françaises. Toutes

(1) Loc. cit.

« ces demandes lui viennent d'ailleurs *officieusement*, tandis que les
« renseignements qu'il fournit servent souvent de base *officielle* pour
« passer à l'exécution. Afin de ne pas manquer les visites de ceux
« qui doivent recourir à lui, il se tient en permanence à l'Institut
« de Géologie, sous les projectiles des canons à longue portée
« allemands, dont les éclats atteignent ses collections et où il a
« rassemblé documents, cartes et notes, grâce auxquels, avec le
« souvenir de ses tournées, il arrive à résoudre les problèmes qui
« lui sont posés, dès le début ; puis bientôt les demandes de ren-
« seignements se multiplient, et sa santé devenant plus précaire, il
« obtient qu'un de ses élèves, le sous-lieutenant Thiébaud, soit
« affecté à l'état-major du génie de la VIII^e armée, dont le quartier
« général est près de Nancy, et collabore avec lui, en faisant les
« les reconnaissances sur le terrain, suivant les indications qu'il lui
« donne. »

La maladie cependant avait repris et gagnait pas à pas, lentement, mais hélas sans retour ; NICKLÈS le sentait et s'efforçait de n'en rien laisser voir aux siens. Jusqu'à ses derniers moments, il dirigea son Institut, puisqu'à la veille de sa mort, il écrivait encore à son doyen, le regretté et bon Floquet, s'inquiétant de son enseignement pour le cas où il aurait eu quelques élèves.

Il passa les derniers mois de sa vie dans cette propriété de Dom-martemont, accrochée aux flancs liasiques du Grand Couronné, qui fût le charme de sa jeunesse, où il recueillit ses premiers fossiles, où il aimait le dimanche à conduire ses enfants auxquels il sût donner, aidé de sa noble et admirable compagne, une éducation digne de lui. C'est là aussi qu'habitait sa mère qu'il eut le rare bonheur de conserver pendant presque toute sa vie (M^{me} Nicklès mourut en février 1916). NICKLÈS était le modèle des fils et le modèle des époux ; il était aussi un père affectueux et doucement sévère, et l'on pouvait s'étonner qu'il ait pu faire tant et de si grandes choses tout ensemble, adorant son foyer, mais se consacrant à la science d'une façon si complète en apparence... C'est que NICKLÈS était un de ces Lorrains au noble cœur, infatigable, trempé aux rudesses du sol et du climat. Il savait ce qu'il en coûtait d'arracher à la science quelque secret et sacrifiait en conséquence ses joies et ses préférences à son travail sans ménager cependant ce qu'il devait aux siens. En un mot, il ne s'appartenait pas. Il nous a laissé en partant le souvenir de sa belle intelligence et de son

grand cœur ; les traces de son passage à la Société des Sciences de Nancy dont il fût membre depuis 1893 jusqu'à sa mort, seront ineffaçables. Il se prodigua à notre Société, lui amenant des membres nouveaux, étant toujours disposé à faire une communication lorsque l'ordre du jour d'une séance menaçait d'être par trop réduit, enfin, essayant de lui donner une impulsion nouvelle, lorsqu'en 1911, il fût élu Président. C'est lui en effet qui proposa et fit adopter le principe des excursions scientifiques. Il conduisit lui-même une de ces excursions en juin 1911 au moulin de Longor, près de Pagny-sur-Meuse, où la Société put étudier sur place le passage ancien de la Moselle dans la vallée de la Meuse. Il proposa aussi et fit adopter le principe de l'insertion dans les journaux d'un compte rendu sommaire des séances de la Société. Son but, en faisant ces insertions, était d'appeler davantage l'attention sur la Société des Sciences et d'attirer à elle les personnes susceptibles de s'intéresser à la science. Nombreuses sont les notes de lui qu'on retrouve dans notre bulletin.

NICKLÈS était d'ailleurs membre de plusieurs sociétés savantes ; certaines avaient eu à honneur de le compter parmi leurs membres et avaient insisté auprès de lui pour vaincre sa modestie et lui faire accepter d'être des leurs. Ce fût le cas de l'Académie de Stanislas, de l'Académie Royale des Sciences et des Arts de Barcelone, et de l'Académie Nationale d'Agriculture. Ses ouvrages scientifiques sont répartis dans les bulletins de plusieurs Sociétés : Société Géologique de France principalement, Association française pour l'avancement des Sciences, Académie de Stanislas, Annales Hébert, sans oublier le Bulletin du Service de la Carte Géologique de la France. Ses publications nombreuses, puisqu'elles se chiffrent par une centaine, peuvent être groupées, d'après leurs sujets, en plusieurs catégories :

Celles ayant trait à ses explorations en Espagne ;

Celles ayant trait au lever de la Carte géologique de la France ;

Celles ayant trait aux recherches de la houille en Lorraine ;

Enfin, quelques notes paléontologiques et stratigraphiques sur des sujets divers.

Je vais essayer de donner en quelques mots les résultats les plus importants de ces divers groupes de travaux et je renverrai pour les détails aux ouvrages eux-mêmes, dont j'ai établi plus loin une liste que je crois complète.

Espagne

Les explorations en Espagne eurent lieu grâce à deux missions du Ministère de l'Instruction publique de 1888 à 1890. NICKLÈS étudia principalement l'Infra-Crétacé et le Crétacé de la Province d'Alicante et du Sud de la province de Valence. Il découvrit une faune d'ammonites crétacées des plus intéressante qui lui donna l'occasion de publier dans les *Mémoires de Paléontologie de la Société Géologique de France*, deux fascicules avec planches en phototypie, où sont décrites de nombreuses espèces nouvelles. Les fossiles, objet de cette publication, étaient des ammonites pyriteuses de très petite taille ; aussi NICKLÈS dut-il employer un procédé particulier pour dessiner aussi exactement que possible les cloisons de ces ammonites. Il imagina le procédé de la photographie, qu'il fit connaître dans une note en 1893, procédé qui ne laissait, en somme, pas de place aux erreurs de dessin si fréquentes dans les procédés employés auparavant. La méthode NICKLÈS fût employée par les paléontologistes jusque dans ces dernières années.

Les travaux sur l'Espagne comprennent, outre ces deux fascicules, plusieurs notes à l'Académie des Sciences et un mémoire stratigraphique et tectonique paru en 1891 dans les *Annales Hébert* et qui servit de thèse de doctorat. Ces travaux eurent un certain retentissement dans la péninsule ibérique et la plupart ont été traduits en espagnol et publiés dans les *Mémoires de la Carte Géologique Espagnole*. C'est un fait sur lequel je tiens d'autant plus à insister que j'ai pu me rendre compte par moi-même, cette année, au cours de recherches bibliographiques que je faisais à Madrid, de la haute estime dont NICKLÈS jouissait chez nos voisins d'outre-Pyrénées et du souvenir vivant qu'il avait laissé dans le pays.

NICKLÈS n'abandonna point d'ailleurs ses travaux sur l'Espagne après avoir soutenu sa thèse. Son brave guide ANTONIO lui envoya à plusieurs reprises des lots de fossile et le Maître les étudiait. Ainsi tandis que la thèse est de 1891, nous voyons paraître, en 1894, la deuxième partie du *Mémoire sur la Paléontologie du Sud-Est de l'Espagne*, en 1896, une note sur les terrains secondaires des provinces de Murcie, Almería, Grenade et Alicante ; enfin, en 1902, deux notes sur l'existence de phénomènes de recouvrement dans la zone subbétique et sur la structure géologique de la Peña rubia. Peu de

temps avant la guerre, il avait repris ses collections de fossiles de l'Espagne et s'apprêtait à continuer l'étude paléontologique commencée vingt ans auparavant.

Carte Géologique de la France

Deux régions de la France ont fait l'objet de ses études pour le Service de la Carte Géologique de la France : la région des Causses et la région Lorraine. Il passa de long mois sur le terrain dans ces deux régions et ses publications font connaître des particularités géologiques importantes :

Dans les Causses, c'est la structure du plateau du Larzac qu'il tire au clair ; il étudie plus particulièrement le Jurassique, tant au point de vue stratigraphique qu'au point de vue tectonique et fait connaître les résultats de ses recherches dans plus de vingt notes publiées aux comptes rendus des collaborateurs dans le *Bulletin du Service de la Carte Géologique* et dans le *Bulletin de la Société Géologique de France*. Il connaît si bien la structure géologique des Causses qu'il y conduit deux fois, en collaboration avec plusieurs de ses collègues, la Société Géologique de France. Il n'abandonna ces régions qu'en 1907, ayant épuisé le travail sur le terrain, mais possédant encore des matériaux pour en étudier la Paléontologie. Il collabora à trois feuilles géologiques : Le Vigan, Bédarieux, Saint-Affrique.

En Lorraine, ce sont les feuilles de Sarrebourg et de Metz qui furent son domaine. Puis, plus tard, ce fût la feuille de Nancy, à l'occasion de sa révision. On lui doit la mise au point de la constitution, très vaguement connue jusqu'alors, de l'étage Callovien dans la Woëvre. Enfin, il avait été chargé de la confection de la feuille de Dijon au, 320.000^e ; mais la guerre interrompit ses travaux.

Recherches de houille

Nul mieux que lui ne pouvait être préparé à guider les recherches de houille en Lorraine... Il connaissait si bien la Géologie de ce pays ! Et, d'autre part, le problème soulevé était si Français ! Il est vrai qu'il fut aidé dans ses travaux à ce sujet par de précieux

collaborateurs, mais c'est à lui que l'on doit les idées maîtresses, les principes de base des recherches géologiques et la méthode conseillée pour l'orientation des recherches. Il travailla d'une façon infatigable, ne ménageant ni son temps, ni ses peines, étudiant le terrain, visitant les sondages, analysant les échantillons ramenés par le trépan, ou déterminant les plantes fossiles recueillies par les carottes, conférant avec les industriels, précisant l'emplacement des sondages et, enfin, publiant le peu qui, des résultats obtenus par la campagne, pouvait être mis dans le public.

C'est lui qui, par sa brochure sur l'existence de la houille en Lorraine, posa nettement le problème et montra la solution ; c'est lui qui fit ressortir l'importance de la tectonique des terrains secondaires, c'est-à-dire de l'étude des plis posthumes dans la recherche des plissements cachés dans la profondeur. Tous ces travaux sont condensés dans de très courtes notes à l'Académie des Sciences et à la Société des Sciences de Nancy. Après avoir découvert la houille en Meurthe-et-Moselle et dans les Vosges il n'eut cependant point le bonheur de voir un résultat pratique couronner son œuvre. Ce n'est en effet qu'en 1921, c'est-à-dire quatre ans après sa mort, que fût attribuée la première concession de houille sur un gisement découvert par NICKLÈS, la concession de Gironcourt, près de Mirecourt, attribuée à la *Compagnie des Charbonnages Vosgiens*, dont un des pionniers était Jean BUFFET, cousin de NICKLÈS, décédé avant lui. Le gisement houiller de Gironcourt, n'étant nullement un prolongement de bassin houiller existant, sa découverte était une véritable invention : l'honneur en revient à notre regretté savant.

Notes diverses

Malgré ces recherches, si abondantes et si absorbantes, NICKLÈS trouvait encore le temps de publier de petites notes paléontologiques et stratigraphiques, sur la Lorraine principalement ; de rendre les plus grands services aux trois départements de la Meuse, de la Haute-Marne et de Meurthe-et-Moselle, en examinant les projets d'adduction d'eau potable des communes (il en fit plus de 200). Il n'oubliait pas non plus certains devoirs, dont il faut signaler en particulier les deux suivants : celui de perpétuer la mémoire de ceux qui furent comme lui des hommes de bien et des chercheurs,

et celui de perfectionner constamment l'enseignement de sa science préférée.

Aussi le voyons-nous consacrer des pages à la mémoire de son prédécesseur à Nancy, WOHLGEMUTH, à celle de son préparateur AUTHELIN et à celle du Président de la Société des Industriels lorrains, chercheurs de houille : DE LESPINATS.

Quant à la Géologie, à son utilité et à son enseignement, il lui consacra une conférence : « La Géologie et ses applications industrielles », faite en 1898 à la Société Industrielle de l'Est, et un discours : « L'enseignement de la Géologie », prononcé en 1911 à l'Académie de Stanislas, à l'occasion de sa réception dans cette compagnie.

On peut considérer cette dernière note comme une sorte de testament légué aux professeurs de Géologie ; sa lecture est des plus édifiantes ; on ressent à parcourir ces pages, tout l'enthousiasme dont vibrait le regretté Maître lorsqu'il enseignait... C'était un véritable bonheur pour lui ; écoutons plutôt, je ne saurais mieux terminer cette brève histoire de sa vie qu'en faisant entendre une fois encore ses conseils :

« L'enseignement de la Géologie, pour être bien compris, dit-il, « comporte trois subdivisions : l'enseignement à l'amphithéâtre, « l'enseignement au laboratoire, l'enseignement sur le terrain. « C'est certainement à l'amphithéâtre que la mission d'enseigner « avec succès est la plus ardue. Tous les termes techniques très « nombreux, souvent trop nombreux, sont à définir avant de les « employer ; pour représenter à l'amphithéâtre ce qu'il est si facile « de voir sur le terrain, il faut faire appel à l'imagination, il ne « faut passer d'un sujet à un autre qu'avec l'assurance qu'on a été « compris. Un aide précieux d'application relativement récente, « est l'emploi des projections : non pour amuser l'œil des auditeurs, « mais pour donner une démonstration plus frappante des faits « exposés, et pour transporter rapidement l'esprit vers les régions « éloignées où ces faits sont les plus tangibles.

« L'enseignement sur le terrain est certainement le plus intéressant de tous. Il montre, en place, les faits exposés au cours d'une « façon plus théorique. Mais la tâche n'est pas toujours aisée pour « celui qui conduit. Sur le terrain, il est toujours en face de l'im- « prévu, il doit répondre à des questions multiples et souvent « embarrassantes ; il a la fatigue en plus et ses notes en moins. Mais

« il a l'attrait de voir des intelligences neuves s'enthousiasmer pour
« la première fois, il a la satisfaction de voir comprendre avec pré-
« cision ceux qui n'avaient encore saisi que vaguement les idées
« générales exposées, et si cette mission est souvent plus lourde
« que celle de l'enseignement à l'amphithéâtre, les résultats qu'elle
« donne, récompensent largement celui qui a l'honneur d'en être
« chargé. Au contact des générations nouvelles toujours jeunes qui
« se succèdent, il éprouve une des illusions les plus douces de l'exis-
« tence, celle de ne pas vieillir. Il sait d'ailleurs qu'aux excursions,
« l'élève apprend et retient sans peine. Il sait aussi que les fatigues
« éprouvées en commun dans ces courses souvent longues, que le
« contact continuel pendant une ou plusieurs journées consacrées
« uniquement à un même but, établissent, entre élèves et pro-
« fesseurs, une cordialité scientifique qui se poursuivra dans les
« entretiens au laboratoire.

« En tout cas, c'est un homme heureux, parce qu'il a dans la
« vie un but ; parce qu'il se sent chargé d'une mission, et d'une
« mission tellement vaste que sa vie ne pourra suffire à l'accom-
« plir ; et aussi, parce qu'il trouve dans ses recherches le sentiment
« d'être utile pour une part aux conquêtes de la Science et au bien-
« être de l'Humanité ».

Publications scientifiques de René NICKLÈS

1. — 1886. — Note sur une astérie du Bajocien des environs de Nancy. (*Ass. franc. avanc. Sc. congrès de Nancy*, août 1886).
2. — 1887. — Note sur la présence de *Sphaeroceras polyschides* et de *Sph. Sanzei* dans le Bajocien des environs de Nancy. (*Bull. de la Soc. Géol. de France*).
3. — 1888. — Note sur le Sènonien et le Danién du Sud-Est de l'Espagne. (*C. R. Ac. Sc.*), traduit en espagnol dans le *Boletín XV del Mapa geológico de España*, p. 245 à 248.
4. — 1888. — Note sur le Néocomien du Sud-Est de l'Espagne. (*C. R. Ac. Sc.*).
5. — 1889. — Sur quelques gisements Sènoniens et Daniens du Sud-Est de l'Espagne. (*Bull. de la Soc. Géol. de France*).
6. — 1889. — Sur le Gault et le Génomanién du Sud-Est de l'Espagne (*C. R. Ac. Sc.*).
7. — 1890. — Contribution à la Paléontologie du Sud-Est de l'Espagne. (*Mém. de Paléont. de la Soc. Géol. de France*).
8. — 1890. — Sur quelques espèces crétacées et tertiaires d'Espagne. (*C. R. somm. des séances de la Soc. Géol. de France*).
9. — 1891. — Recherches géologiques sur les terrains secondaires et tertiaires de la province d'Alicante et du Sud de la province de Valence (Espagne) [thèse de doctorat]. (*Annales Hébert*), traduit en espagnol dans le *Boletín XX del Mapa Geológico de España*, p. 99-312).
10. — 1893. — Application de la photographie au dessin des cloisons des Ammonites. (*Association Amicale des Anciens Élèves de l'École des Mines*).
11. — 1894. — Note sur les terrains secondaires de la feuille de Bédarieux. (*Bull. du Serv. de la Carte Géol. de la France*).
12. 1894. — Contribution à la Paléontologie du Sud-Est de l'Espagne, fasc. II. (*Mém. de Paléont. de la Soc. Géol. de France*).
13. — 1895. — Note sur les terrains secondaires de la feuille de Bédarieux. (*Bull. du Serv. de la Carte Géol. de la France*).
14. — 1895. — Sur le rôle des cloisons dans la classification des Ammonites. (*Bull. de la Soc. des Sc. de Nancy*).
15. — 1895. — Présentation d'une carte de M. de Botella y Hornos. (*C. R. somm. des séances de la Soc. Géol. de France*).
16. — 1896. — Notice sur les travaux scientifiques de Wohlgemuth. (*Bull. de la Soc. des Sc. de Nancy*).
17. — 1896. — Sur les terrains secondaires de la région de Lodève, Clermont, l'Hérault et Gabian. (*Bull. du Serv. de la Carte Géol. de la France*).
18. — 1896. — Note sur les terrains secondaires des provinces de Murcie, Almeria, Grenade et Alicante. (*C. R. Ac. Sc.*). Traduit en espagnol dans le *Boletín XXVIII del Mapa Geológico*.

19. — 1896. — Feuille de Bédarieux, région de Saint-Chinian. (*Bull. des Serv. de la Carte géol. de la France*).
20. — 1897. — Sur le Bajocien de Lorraine. (*C. R. somm. des Séances de la Soc. Géol. de la France*).
21. — 1897. — Terrains secondaires de la feuille de Bédarieux. (*Bull. du Serv. de la Carte Géol. de la France*).
22. — 1897. — Terrains secondaires de la feuille de Saint-Affrique. (*Bull. du Serv. de la Carte Géol. de la France*).
23. — 1897. — Sur le Callovien de la feuille de Metz. (*Bull. du Serv. de la Carte Géol. de la France*).
24. — 1897. — Sur l'existence de la zone à *Lioceras concavum* dans le Bajocien des environs de Belfort. (*C. R. somm. des séances de la Soc. Géol. de la France*).
25. — 1898. — Terrains sédimentaires de la partie française de la feuille de Sarrebourg. (*Bull. du Serv. de la Carte Géol. de la France*).
26. — 1898. — Terrains sédimentaires de la partie française de la feuille de Metz. (*Bull. du Serv. de la Carte Géol. de la France*).
27. — 1898. — Note sur le Bajocien des environs de Belfort. (*Bull. du Serv. de la Soc. Géol. de la France*).
28. — 1898. — Sur le Callovien de la Woëvre. (*C. R. Ac. Sc.*).
29. — 1898. — Sur la Tectonique des terrains secondaires du Sud de la Montagne Noire. (*C. R. Ac. Sc.*).
30. — 1898. — Carte géologique de la feuille de Sarrebourg, partie française à 1/80.000^e et notice explicative. (*Service de la Carte Géol. de la France*).
31. — 1898. — Compte rendu (pro parte) de la réunion à Nancy de la Société Belge de Géologie de Paléontologie, et d'Hydrologie. (*Bull. de la Soc. des Sc. de Nancy*).
32. — 1898. — La Géologie et ses applications industrielles. Conférence à la Société Industrielle de l'Est. (*Bulletin de la Soc. Industrielle de l'Est*).
33. — 1899. — Notes sur quelques accidents du Larzac, feuille de Saint-Affrique. (*Bull. du Serv. de la Carte Géol. de la France*).
34. — 1899. — Études géologiques sur la Woëvre. I. Callovien. (*Bull. de la Soc. des Sc. de Nancy*).
35. — 1899. — Note sur l'écaille de Cazalvieil et du Mont-Capel. (*C. R. somm. des séances de la Soc. Géol. de France*).
36. — 1899. — Note sur l'aire affaissée de Bédarieux. (*C. R. somm. des séances de la Soc. Géol. de France*).
37. — 1899. — Note sur le lambeau ridé de Thourèze. (*C. R. somm. des séances de la Soc. Géol. de France*).
38. — 1899. — Note sur la structure imbriquée du Secondaire près de Clermont-l'Hérault. (*C. R. somm. des séances de la Soc. Géol. de France*).
39. — 1899. — Note sur la structure géologique du Roc des Vierges. (*C. R. somm. des séances de la Soc. Géol. de France*).
40. — 1900. — Compte rendu détaillé de la course faite l'après-midi du 18 août 1898 à Varangéville et à Saulxures. (*Bull. de la Soc. Belge de Géol. de Paléont. et d'Hydrol.*).

41. — 1900. — Sur un *Aptychus* de Sonninia du Bajocien des environs de Nancy. (*Bull. de la Soc. des Sc. de Nancy*).
42. — 1900. — Note sur la vallée de la Sorgues. (*Bulletin du Serv. de la Carte Géol. de la France*).
43. — 1900. — Contribution à la connaissance de la jonction de la Moselle et de la Meuse par le Val-de-l'Ane. (*Bull. Soc. des Sc. de Nancy*).
44. — 1901. — Carte géologique à 1/80.000^e de la feuille de Bédarieux, en collaboration avec MM. BERGERON et DEPÉRET et notice explicative. (*Serv. de la Carte Géol. de la France*).
45. — 1901. — Carte géologique à 1/80.000^e de la feuille de Metz, en collaboration avec M. ROLLAND, et notice explicative. (*Serv. de la Carte Géol. de la France*).
46. — 1901. — Note sur les calcaires lithographiques de la Séraune (Gard). (*Bull. du Serv. de la Carte Géol. de la France*).
47. — 1901. — Sur la faille de Cabrils. (*Bull. du Serv. de la Carte Géol. de la France*).
48. — 1901. — Sur la structure de la Pénia Rubia, Espagne. (*Congrès des Sociétés savantes et Revue scientifique*).
49. — 1901. — Excursion au Mont Capel et à Saint-Blaise (*Bull. de la Soc. Géol. de France*).
50. — 1901. — Structure géologique des environs de Bédarieux (*Bull. de la Soc. Géol. de France*).
51. — 1901. — Sur le lambeau secondaire de Touzillon. (*Bull. de la Soc. Géol. de France*).
52. — 1901. — Tectonique des terrains secondaires de Clermont-l'Hérault. (*Bull. de la Soc. Géol. de France*).
53. — 1901. — Structure géologique du Roc-des-Vierges. (*Bull. de la Soc. Géol. de France*).
54. — 1901. — *Paleontologia universalis*. Réédition des types de A. Musseanus.
55. — 1901. — Contribution à l'étude des terrains secondaires au Sud des Cévennes : Trias et Jurassique de la Montagne noire. Publié par la *Commission du Congrès géologique international*.
56. — 1902. — Failles de Cabrils et de Montpaon. (*Bull. du Serv. de la Carte Géol. de France*).
57. — 1902. — Hettangien coralligène de Saint-Félix-l'Héras. (*Bull. du Serv. de la Carte Géol. de la France*).
58. — 1902. — Sur l'existence de phénomènes de recouvrement dans la zone sub-Bétique, Espagne. (*C. R. de l'Ac. des Sc.*), traduits en espagnol dans le *Boletín*.
59. — 1902. — Sur la structure géologique de la Pena Rubia (*C. R. somm. des séances de la Soc. Géol. de France*).
60. — 1902. — De l'existence possible de la houille en Meurthe-et-Moselle, et des points où il faut la chercher. (Jacques, édit. Nancy).
61. — 1903. — Sur les plis couchés de Saint-Jean-de-Buèges. (*Bull. du Serv. de la Carte Géol. de la France*).

62. — 1903. — Feuille de Saint-Affrique. Bathonien et Jurassique (*Bull. du Serv. de la Carte Géol. de la France*).
63. — 1903. — Note sur la houille en Lorraine. in CAVALLIER. (*Bull. de la Soc. Industrielle de l'Est*).
64. — 1903. — Charles AUTHELIN. Ses travaux scientifiques. (*Bull. de la Soc. des Sc. de Nancy*).
65. — 1903. — Sur quelques modifications à la reproduction des cloisons des Ammonites par la photographie. (*Bull. de la Soc. des Sc. de Nancy*).
66. — 1904. — Sur le Bathonien du Caylar, Hérault. (*Bull. du Serv. de la Carte Géol. de la France*).
67. — 1904. — Jurassique supérieur de la feuille de Saint-Affrique. (*Bull. du Serv. de la Carte Géol. de la France*).
68. — 1904. — Sur les phénomènes de charriage en Espagne, dans la zone sub-Bétique. (*Bull. de la Soc. Géol. de France*).
69. — 1905. — Sur les plis couchés de Saint-Jean-de-Buèges. (*C. R. de l'Ac. des Sc.*).
70. — 1905. — Sur les recherches de houille en Meurthe et-Moselle. (*C. R. de l'Ac. des Sc.*).
71. — 1905. — Sur la découverte de la houille à Abaucourt. (*C. R. de l'Ac. des Sc.*).
72. — 1906. — Carte géologique à 1/80.000^e de la feuille du Vigan, en collaboration avec MM. BERGERON et ROMAN, et notice. (*Serv. de la Carte Géol. de la France*).
73. — 1906. — Collaboration à la Carte géologique de la France au millièmième: Est du Bassin de Paris et Languedoc. (*Serv. de la Carte géol. de la France*).
74. — 1906. — N. de LESPINATS. Notice nécrologique. (*Bull. de la Soc. Industrielle de l'Est*).
75. — 1907. — Carte géologique à 1/80.000^e de la feuille de Saint-Affrique, en collaboration avec MM. BERGERON et AUTHELIN, et notice. (*Serv. de la Carte Géol. de la France*).
76. — 1907. — Sur l'existence du *Psiloceras planorbe* dans la région de Vitrey, Haute-Marne. (*Bull. de la Soc. des Sc. de Nancy*).
77. — 1907. — Sur la cuvette synclinale de Jussey et l'existence de la zone à *Psiloceras planorbe*. (*Bull. du Serv. de la Carte Géol. de la France*).
78. — 1907. — Sur la Tectonique du Nord de Meurthe-et-Moselle, en collaboration avec M. JOLY. (*C. R. de l'Ac. des Sc.*).
79. — 1907. — Sur la Tectonique des terrains secondaires du Nord de Meurthe-et-Moselle. (*Bull. de la Soc. Géol. de France et C. R. somm.*), en collaboration avec M. JOLY.
80. — 1907. — Sur le Lias de Tournemire et la vallée du Cernon. (*C. R. somm. de la Soc. Géol. de France*).
81. — 1907. — Sur les plis couchés de la région de Buèges. (*C. R. somm. de la Soc. Géol. de France*).
82. — 1908. — Feuille de Dijon: Sur le contact du Lias et du Bajocien dans la région de Langres. (*Bull. du Serv. de la Carte Géol. de la France*).

83. — 1908. — Le Lias de Tournemire. (*Bull. de la Soc. Géol. de France*).
84. — 1908. — L'Hettangien et le Sinémurien du Gernon et de Nant. (*Bull. de la Soc. Géol. de France*).
85. — 1908. — La région plissée de Buèges. (*Bull. de la Soc. Géol. de France*).
86. — 1909. — Sur l'existence de la houille à Gironecourt-s.-Vraine. (*C. R. de l'Ac. des Sc.*)
87. — 1909. — Etude sur la concession de Lomond. (*Compagnie des Mines de Lomond*, 30 novembre 1909).
88. — 1911. — Un exemple de contamination du niveau aquifère portlandien. Source de Fains, Bar-le-Duc. (*Bull. de la Soc. des Sc. de Nancy*).
89. — 1911. — L'enseignement de la Géologie. Impressions. Discours de réception à l'Académie de Stanislas. (*Mém. de l'Acad. de Stanislas*).
90. — 1912. — Contribution à l'étude de la jonction ancienne de la Moselle et de la Meuse. (*Bull. de la Soc. des Sc. de Nancy*).
91. — 1912. — Sur quelques failles de la feuille de Nancy. (*Bull. du Serv. de la Carte Géol. de la France*).
92. — 1912. — Sur le Kiméridgien supérieur de la Meuse. (*Bull. du Serv. de la Carte Géol. de la France*).
93. — 1912. — Quelques conseils pour l'étude des matériaux extraits des sondages. (*Bull. de la Soc. des Sc. de Nancy*).
94. — 1912. — Le sondage du Bois-Chaù. (*C. R. de l'Ac. des Sc.*)
95. — 1912. — Un sondage profond en Meurthe-et-Moselle. (*Bull. de la Soc. des Sc. de Nancy*).
96. — 1912. — Note sur l'Hettangien de Meurthe-et-Moselle. (*Bull. de la Soc. de Géol. de France*).
97. — 1912. — Carte géologique à 1/80.000^e de la feuille de Nancy; 2^e édition avec notice, en collaboration avec M. JOLY. (*Serv. de la Carte Géol. de la France*.)
98. — 1914. — Le contact du Rhétien et de l'Hettangien en Meurthe-et-Moselle. (*Bull. de la Soc. des Sc. de Nancy*).
99. — 1921. Carte tectonique des terrains secondaires des environs de Mirecourt. (*Œuvre posthume publiée par les soins de la Soc. Industrielle de l'Est*).

SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

Séance du 16 Mars 1922

Présidence de M. GURTON

Correspondance. — Par l'intermédiaire de la Légation tchécoslovaque, l'Académie Tchèque des Sciences et des Arts de Prague manifeste le désir de nouer des relations avec les institutions scientifiques françaises.

Élections. — Après un rapport verbal de M. Vogt, on procède à l'élection de M. Husson, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy. M. Husson est élu membre titulaire à l'unanimité.

Présentation de la candidature d'un nouveau membre. — MM. Gain et Joly présentent la candidature de M. Corroy, préparateur à la Faculté des Sciences. M. Joly fera le rapport d'usage dans la prochaine séance. •

Communications

M. LEMASSON : *Sur la présence de la gentiane ciliée à Bruyères.*

M. VOGT : *Sur certaines relations entre les déterminants tirés d'une matrice rectangulaire.*

M. G. DARMOIS : *Calcul élémentaire de factoriel n.*

Ces communications seront publiées *in extenso* au Bulletin.

Séance du 15 Mai 1922

Présidence de M. JOLY

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

Correspondance. — La Société des naturalistes et archéologues du nord de la Meuse prie la Société des Sciences de lui adresser toute la série des Bulletins. La décision relative à cette demande est ajournée à une séance ultérieure. Par contre, l'échange du Bulletin avec les Publications du Musée polonais d'histoire naturelle à Varsovie, est voté. Le secrétaire général fera le nécessaire.

M. Darmois s'excuse de ne pouvoir assister à la séance.

A l'occasion de son élection, M. Husson adresse ses remerciements à la Société.

Des remerciements ont été adressés à M. le professeur Gaetano Ivaldi pour l'hommage des mémoires intitulés :

1° *Sull' errore fondamentale della teoria della relatività del tempo et dello spazio di Alberto Einstein.*

2° *Le leggi delle soluzioni diluite ed elettrolitiche secondo il metodo sperimentale.*

3° *Sul principio di proporzionalità fra pressioni d'urto ed energia di moto.*

Élection d'un membre titulaire. — A la suite du rapport verbal de M. Joly, M. Corroy est élu membre titulaire à l'unanimité.

Communication

M. G. GARDET : *Présentation de quelques espèces de Muscinées, de Sphaignes et de Lichens rares ou intéressantes.*

Séance du 1^{er} Juin 1922

Présidence de M. GUTTON

Présentation de nouveaux membres :

1° M. Robert, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine, présenté par MM. Grélot et Lasseur.

2° M. Thiébaud, chargé de cours à l'Institut de Géologie, présenté par MM. Jofy et Lasseur.

3° M. Watrin, chef de travaux à la Faculté de Médecine, présenté par MM. Spillmann et Lasseur.

4° M. Simonin, chef de travaux à la Faculté de Médecine, présenté par MM. Vuillemin et Lasseur.

5° M. Hirtzmann, chef de Laboratoire à la Faculté de Médecine, présenté par MM. Grélot et Lasseur.

Communications

M. CORROY : *Sur quelques poissons néocomiens de la Haute-Marne et de la Meuse.*

Séance du 15 Juin 1922

Présidence de M. GUTTON

Présentation d'un nouveau membre :

M. P. Mathieu, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine, présenté par MM. le Doyen Meyer et Lasseur.

Élection de membres titulaires : MM. Robert, Thiébaud, Watrin, Simonin et Hirtzmann sont élus membres titulaires après les rapports de MM. Grélot, Corroy et Lasseur.

Communication

M. G. DARMOIS : *Théorie de la relativité d'Einstein.*

Séance du 30 Juin 1922

Présidence de M. GUTTON

Correspondance : M. Simonin s'excuse de ne pouvoir assister à la Séance.

Élection : Après un rapport verbal de M. Lasseur, on passe à l'élection de M. Mathieu, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine. M. Mathieu est élu membre titulaire à l'unanimité.

Communications

M. GUTTON : *Les relais et la téléphonie à grande distance.*

M. IMBEAUX : *Les nouveaux sondages du Val-de-l'Ane et la question du passage de la Moselle.*

Ces communications seront insérées au *Bulletin*.

Séance du 15 Novembre 1922

En l'absence de M. Gutton, la séance est ouverte sous la présidence de M. Joly.

Correspondance : MM. Gutton et Gross s'excusent de ne pouvoir assister à la séance. M. le Maire de la Ville de Nancy informe la Société que la salle de l'Agriculture étant affectée au Conservatoire, cesse d'être à la disposition des Sociétés. D'ailleurs de nouveaux locaux seront aménagés dans ce but ultérieurement. A la demande de M. le Secrétaire général, M. le Doyen de la Faculté de Pharmacie a bien voulu mettre à notre disposition la salle des actes de la Faculté de Pharmacie.

Des remerciements seront adressés à M. le Doyen Bruntz.

Hommage : M. Grélot fait hommage à la Société des deux publications suivantes :

1° *Les vins de Bruley de la récolte 1921.*

2° *Action des métaux sur les vins traités à l'acide sulfureux.*

Communication

M. CORROY : *Les tremblements de terre lorrains ; leur relation avec la tectonique.*

Calcul élémentaire de la valeur asymptotique de $N!$

Par M. G. DARMOIS

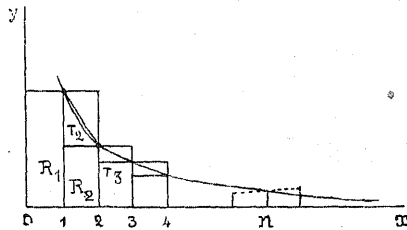
L'approximation de $n!$ par la formule de Stirling est très importante. Nous retrouverons une formule équivalente par des considérations simples.

On connaît très bien depuis Cauchy les rapports étroits qui existent entre la convergence des séries à termes positifs et de certaines intégrales.

Si le terme général d'une série est une fonction $f(n)$ de son rang, positive et constamment décroissante, la série converge ou diverge

avec l'intégrale $\int_a^{+\infty} f(x) dx$

On peut supposer la courbe $y = f(x)$ asymptote à $o x$. $f(n)$ est



l'aire d'un rectangle qu'on peut placer au-dessus ou au-dessous de la courbe, à droite ou à gauche de l'ordonnée n . La proposition est alors à peu près évidente.

On peut aller plus loin. Soit $f(n) = \frac{1}{n}$. Prenons les rectangles inférieurs

$$1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{n} = 1 + \int_1^n \frac{dx}{x} - (T_1 + T_2 + \dots + T_n)$$

$$T_n \text{ triangle curviligne à gauche de l'ordonnée } n, R_n \text{ rectangle, } e_n = \frac{R_n}{2} - T_n \quad T_1 + \dots + T_n = \frac{R_1 + \dots + R_n}{2} - (e_1 + e_2 + \dots + e_n)$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\sum \frac{1}{n} - L \right) = \frac{1}{2} + \sum e_n \text{ puisque } \lim \frac{R_1 + \dots + R_n}{2} = \frac{1}{2}$$

$\sum e_n$ est une série convergente, puisque $e_n < R n$

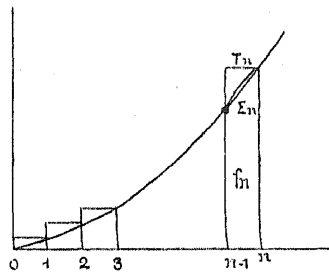
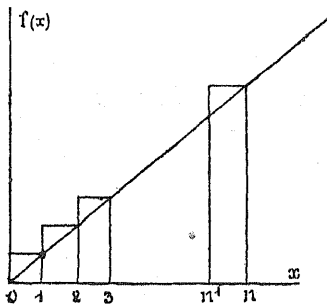
La limite obtenue, constante d'Euler, est comprise entre $\frac{1}{2}$ et 1, visiblement.

EXTENSION DU PROCÉDÉ. — On peut supposer que $f(n)$ augmente indéfiniment.

Traisons, à titre de curiosités, les cas classiques de $f(n) = n, f(n) = n^2$

1° On a visiblement :

$$1 + 2 + \dots + n = \int_1^n x dx + \frac{n}{2} = \frac{n(n+1)}{2}$$



2°
$$1^2 + 2^2 + \dots + n^2 = \int_1^n x^2 dx + \sum T_n + \sum e_n$$

T_n triangle rectiligne.

Les triangles T_n ont pour somme la moitié du dernier rectangle $\frac{n^2}{2}$. Les petites aires e_n se calculent rigoureusement et valent

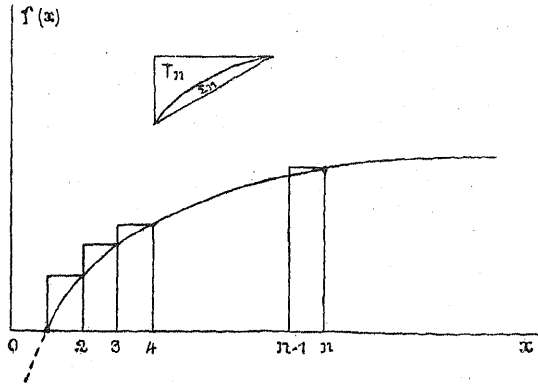
chacune $\frac{1}{6}$. D'où :

$$1^2 + 2^2 + \dots + n^2 = \frac{n^3}{3} + \frac{n^2}{2} + \frac{n}{6} = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$$

Signalons que cette méthode permet le calcul de la somme S_K , où K est quelconque $1^K + 2^K + \dots + n^K$.

Nous arrivons maintenant à l'approximation de $n!$

CALCUL DE $\log n!$. — $\log n! = \log 2 + \log 3 + \dots + \log n$.



Construisons la courbe $y = \log x$

$$S_n = \log 2 + \dots + \log n = \int_1^n \log x \, dx + \sum T_n - \sum \epsilon_n$$

T_n triangle rectiligne.

$$\sum T_n = \frac{\log n}{2} \quad \text{Intégrons :}$$

$$S_n = \left(n + \frac{1}{2} \right) \log n - n + 1 - \sum \epsilon_n$$

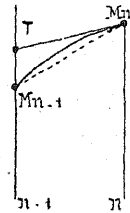
Je dis que les ϵ_n sont les termes successifs d'une série convergente.

Menons la tangente au point d'abscisse n .

ϵ_n est inférieure à l'aire du triangle $M_n T M_{n-1}$.

Le calcul donne immédiatement cette aire t_n

$$t_n = \frac{1}{2} \left\{ -\log \left(1 - \frac{1}{n} \right) - \frac{1}{n} \right\} = \frac{\theta_n}{4n^2}$$



θ_n est un nombre variable avec n , mais inférieur à 1.

La convergence est donc assurée et l'on a :

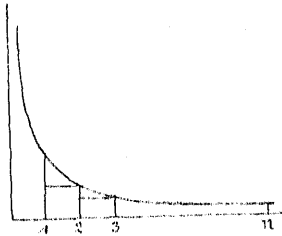
$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left\{ S_n - \left(n + \frac{1}{2} \right) \log n + n \right\} = 1 - c = c'$$

$$n! = e^{c'} n^n e^{-n} \sqrt{n} \left(1 + \eta_n \right) \left\{ \right.$$

η_n tendant vers zéro avec $\frac{1}{n}$

VALEUR APPROCHÉE DE $e^{c'}$. — Cette valeur est pratiquement inutile pour les applications. Mais il n'est pas mauvais de remarquer que les mêmes méthodes la fournissent. On a :

$$0 < c < \frac{1}{4} \Sigma \frac{1}{n^2} \Sigma = \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \dots + \frac{1}{n^2} + \dots$$



$$\text{Soit : } f(x) = \frac{1}{x^2}$$

$$\Sigma < \int_1^{\infty} \frac{dx}{x^2} = 1$$

$$\Sigma > \int_2^{\infty} \frac{dx}{x^2} = \frac{1}{2}$$

Prenons la moyenne $\Sigma = 0.75$

On voit que c est compris entre 1 et 0.8, $e^{c'}$ entre e et $e^{0.8}$

Ce qui donne 2, 7 et 2, 2. La valeur exacte $\sqrt{2\pi} = 2.5$.



Helix serpentina, Fér., à Nancy

Par C. LEMASSON

Dans le courant de 1921, presque au sommet du coteau situé entre la ferme Saint-Jacques et le vallon de Champigneulles, en face du chemin qui conduit au fort de Frouard, dans un endroit pierreux, sans végétation, où on ne rencontre que quelques rares buissons et peu d'arbres, et, de plus, éloigné d'habitations et de tout chemin, j'ai recueilli deux coquilles d'une *Helix* (sans l'animal) qu'il m'a été impossible d'identifier, n'ayant aucun des caractères des espèces que l'on trouve dans la région.

C'est alors que je l'ai fait parvenir à M. le Commandant Caziot, Conservateur du Musée de Nice, qui me l'a déterminée : *Helix serpentina*, Fér., en ajoutant qu'il n'était pas possible que je l'aie rencontrée à Nancy.

Ce doute a sa raison d'être : cette *Helix* habitant la Provence, la Corse, l'Italie, où elle vit contre les rochers et les murs en pierres sèches.

Comme je crois que la présence de ces deux coquilles est à retenir, mais aussi paraît insuffisante pour attester que *H. serpentina* vivrait en Lorraine, j'ai tenu néanmoins à la faire connaître.

La coquille est déprimée, luisante, opaque, blanchâtre avec des stries brunes irrégulières, souvent en zigzags, disposées en zones interrompues et entremêlées de taches plus petites. L'ombilic est brun.

Diamètre : 15-20^{m/m} ; hauteur : 9-10^{m/m}.

(Pour plus de détails, voir par exemple : *Histoire Naturelle des Mollusques de France*, de Moquin-Tandon. 2^e vol., p. 145, 1855.)

SUR LA JONCTION ANCIENNE DE LA MOSELLE & DE LA MEUSE

PAR LE VAL-DE-L'ANE

Par M. PAUL MARTIN, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées

Au cours des études d'amélioration du canal de la MARNE-AU-RHIN, M. l'Ingénieur en Chef IMBEAUX, afin d'éviter le doublement du souterrain à une voie de FOUG, fit étudier entre PAGNY-SUR-MEUSE et TOUL un tracé empruntant dans sa première partie la vallée sèche bien connue, appelée « Val-de-l'Ane ».

Cette vallée a été considérée fréquemment comme le passage par lequel autrefois la MOSELLE se serait jetée dans la MEUSE.

Au cours des études, le Service de la Navigation fut amené à y faire deux sondages qui, poussés jusqu'à une trentaine de mètres de profondeur, nous paraissent apporter des données nouvelles à l'étude du problème de la jonction de la MOSELLE et de la MEUSE par le Val-de-l'Ane.

Nous rappellerons d'abord très brièvement les phases successives par lesquelles est passée cette étude.

C'est certainement VAUBAN qui eut le premier l'idée qu'autrefois une communication avait pu avoir lieu entre les deux rivières, et entrevit tout le parti que l'on pourrait tirer de cette situation pour l'amélioration des voies navigables de l'Est. Dans un mémoire sur les avantages de la navigation reproduit par LECREULX, en l'an III de la République, il s'exprime en effet ainsi :

« Dans le temps qu'on traitoit la paix des Pyrénées, étant pour lors Capitaine d'Infanterie au Régiment de La Ferté, j'eus mon quartier d'hiver après la dernière Campagne, dans la prévôté de FOUG qui consiste en 22 villages où les soldats de ma Compagnie furent distribués pour leur faciliter le moyen de vivre plus commodément, ce qui m'obligeait à les visiter de temps en temps. Et comme j'étois un peu chasseur dans ce temps-là, j'eus occasion plusieurs fois de voir une certaine vallée, appelée « Vaux-de-l'Ane » qui commence à SAVONNIÈRE près de FOUG, du côté de la Moselle, et va déboucher en tournoyant à la Meuse, vers PAGNY-SUR-MEUSE. Deux petits ruisseaux prennent naissance dans cette vallée et coulent, l'un vers

la Meuse, l'autre vers la Moselle, laissant un espace sec entre eux d'environ une demi-lieue, dont l'enfoncement ne laisse pas de continuer toujours à peu près de même, quoique peu élevé. Comme ce pays-là étoit pour lors peu fréquenté, il y avoit beaucoup de gibier, ce qui m'y attiroit souvent ; pendant quoi je considérai plusieurs fois cette vallée, qui me causoit de l'admiration, parce qu'il me sembloit *qu'il y avoit eu là, autrefois, communication de l'une à l'autre rivière*. Je n'y fis cependant pas pour lors grande réflexion ; mais le souvenir de la chose, m'ayant plusieurs fois représenté la figure de ce pays-là, m'a fait penser depuis qu'on pourroit y faire une communication, ce qui me donna l'idée d'y envoyer, pour le visiter, il y a environ 12 à 15 ans, un ingénieur qui pour lors étoit employé à VERDUN, avec ordre de niveler les pentes d'une rivière ; mais la mort le prévint avant qu'il put achever sa carte, si bien qu'il ne m'en est revenu qu'un brouillon fort imparfait ; mais comme il m'est toujours demeuré à l'esprit qu'on en pouvoit faire quelque chose, je l'ai été visiter dès le lendemain de mon arrivée à TOUL, où effectivement j'ai trouvé qu'on pouvoit faire une communication. »

VAUBAN expose ensuite les grandes lignes de son projet, qui ne serait certes guère réalisable à l'heure actuelle. Mais il n'en est pas moins assez curieux de voir qu'il ait eu l'intuition du passage ancien de la Moselle dans le « Val-de-l'Ane ».

En 1859, BUVIGNIER fit la remarque que, en amont de PAGNY-SUR-MEUSE, on ne trouve dans les alluvions de la vallée de la Meuse que des graviers calcaires, tandis qu'en aval, à des hauteurs étagées jusqu'à 200 mètres au-dessus du niveau actuel de la Meuse, on rencontre des galets vosgiens de grès bigarré et de granite, tout-à-fait semblables à ceux qui existent dans la vallée de la Moselle. Après lui, GODRON, VOHLGEMUTH, GREBE, DAVIS et de LAPPARENT acceptèrent la conclusion de BUVIGNIER. Bien mieux, DAVIS, dans un article « La Seine, la Meuse et la Moselle », paru dans les *Annales de Géographie* de 1895, a donné du phénomène de changement de lit de la Moselle une explication très vraisemblable, en supposant qu'un affluent de rive gauche de la Meurthe, « la POMPEY » avait pu déplacer la ligne de partage des eaux près de sa source, vers LIVERDUN, et capturer ainsi la Moselle à TOUL. Le petit ruisseau de l'INGRESSIN serait un vestige de l'ancien fleuve, pour lequel le cours des eaux se serait renversé.

Cependant VOHLGEMUTH, voulant expliquer le fait que la MOSELLE aurait remonté une pente assez forte (cote 204 à TOUL, 259 au « Val-de-l'Ane », 245 à PAGNY), fut obligé de faire deux hypothèses assez difficiles à admettre :

a) Remblayage de 35 à 36 mètres d'alluvions au col du « Val-de-l'Ane »;

b) Abaissement ancien du lit de la MEUSE à PAGNY-SUR-MEUSE à la cote 220, suivi d'un remblayage de 20 mètres après la rupture des communications avec la MOSELLE.

La Société Belge de Géologie, lors de sa visite en Lorraine en 1898, s'occupa alors de la question. Un sondage fut entrepris au voisinage de la ferme de Savonnière par M. CAVALLIER, Administrateur des Forges de PONT-A-MOUSSON. Mais il ne fut pas poussé assez bas, et on paraît s'être arrêté sur un banc d'argile bleue intermédiaire (qu'on prit sans doute pour l'argile oxfordienne). Il ne fut rencontré, que quelques galets de quartzites, analogues à ceux que l'on rencontre sur les plateaux, et qui forment l'étage « P » de la carte Géologique au 1/80.000^e ou « DILUVIUM DES PLATEAUX ». M. BLEICHER, en 1901, crut alors pouvoir dire « que rien ne prouvait le passage ancien de la Moselle allant rejoindre la Meuse par le « Val-de-l'Ane », et que le problème posé autrefois par BUVIGNIER, devait se résoudre autrement que par ce passage relativement récent, c'est-à-dire par l'hypothèse d'un vaste plan incliné, à plus de 100 mètres au-dessus des cours d'eau actuels, qui aurait relié les Vosges au plateau Lorrain, et qui se serait rompu peut-être à l'époque tertiaire, pour donner au pays la configuration actuelle.

Et cependant, à la même époque, M. NICKLÈS put constater dans une tranchée à 2 kilomètres au sud de PAGNY, à proximité du Moulin de LONGOR, et à 4 ou 5 mètres au-dessus de la rivière, la présence en grande épaisseur d'alluvions avec galets de granite, d'origine vosgienne, ainsi que l'existence d'*Elephas primigenius* dans ces alluvions. M. BLEICHER, d'ailleurs, objecta que ces alluvions se trouvaient en amont de l'ancien confluent et aux pieds même du coteau, et que par conséquent elles avaient pu être amenées par la MEUSE.

Les sondages que le Service de la Navigation de NANCY a été amené à faire, sont tous les deux au Col du « Val-de-l'Ane », le premier à 1.200 mètres à l'ouest de la ferme de Savonnière, l'autre à

1.100 mètres plus loin, à l'endroit même où le « Val-de-l'Ane » change de direction et tourne vers le nord. Les résultats trouvés sont indiqués dans les deux coupes ci-jointes et peuvent être résumés ainsi :

Premier sondage — Altitude 253.30.

- a) 253.30 à 244.40 grouine calcaire.
- b) 244.40 à 242.90 argile bleue.
- c) 242.90 à 236.80 grouine calcaire.
- d) 236.80 à 232.30 argile bleue.
- e) 232.30 à 231.70 sable.
- f) 231.70 à 228.80 gravier avec galets de plus en plus gros
au fur et à mesure qu'on s'enfonce.
- g) 228.80 à 223.»» marne bleue oxfordienne.

Deuxième sondage. — Altitude 259.30.

- a) 259.30 à 242.50 grouine calcaire.
- b) 239.50 à 230.»» chailles de l'oxfordien.

Fait très curieux, ces deux sondages effectués en deux points très rapprochés l'un de l'autre (1.100 m.) donnent des résultats bien différents.

Le premier montre que sous une couche de 9 mètres de grouine, c'est-à-dire de calcaire corallien détritique tombé des coteaux voisins, on rencontre trois sortes de terrains d'origine fluviale :

1° Au-dessus du fond oxfordien, une couche de 3 mètres de galets de diamètre variable — de 2 à 10 centimètres — constitués par des quartzites, du granite ou du grès. Les éléments granitiques, peu altérés, ne peuvent être assimilés au diluvium des plateaux constitué uniquement par des quartzites, et sont donc certainement des alluvions anciennes de la Moselle. Ils n'ont pu se déposer que pendant une période de courant rapide, c'est-à-dire à une époque de pleine communication.

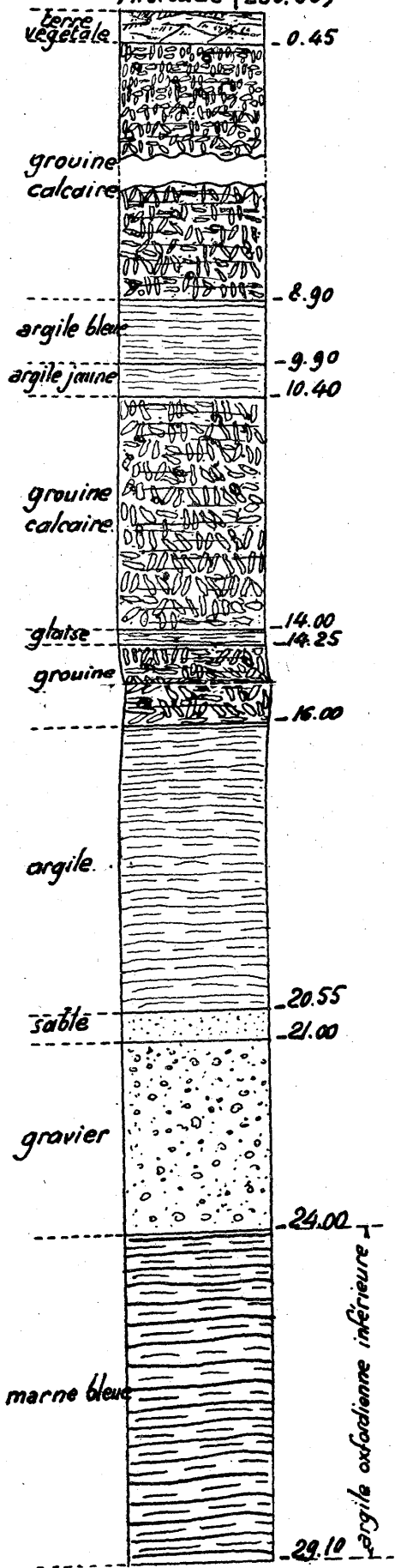
2° Au dessus des galets, les sables fins correspondent à une époque où la vitesse du courant fut très ralentie.

3° Enfin, au-dessus des sables, les couches d'argile alternées avec les couches de grouine correspondent à des périodes de stagnation des eaux ou des périodes marécageuses, pendant lesquelles ont eu lieu également des éboulis de surface. Tous ces résultats sont d'ailleurs analogues à ceux que M. NICKLÈS a trouvé dans la tranchée

Coupes des sondages du Val de l'Âne (1/100^e)

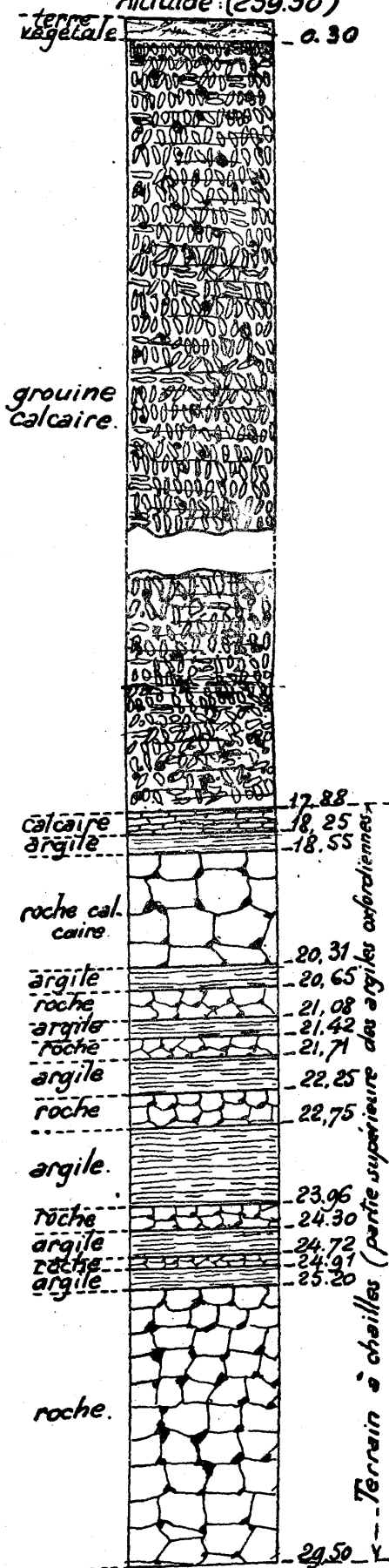
1^{er} Sondage.

Altitude (253.30)



2^e Sondage.

Altitude (259.30)



du Moulin de LONGOR, avec cette différence, toutefois que les graviers trouvés à cet endroit sont à une cote 242 environ, au lieu de la cote 229 au « Val-de-l'Ane ».

Le deuxième sondage montre au contraire que, à 1.100 mètres plus loin, on trouve immédiatement en dessous de la grouine, les chailles de l'oxfordien, c'est-à-dire des couches en place à la cote 242.

Doit-on conclure que la MOSELLE n'est jamais passée par le « Val-de-l'Ane » ? Mais, ce serait en contradiction formelle avec les données du premier sondage. Il est donc nécessaire d'admettre que, si l'on ne trouve pas en ce point d'alluvions de la Moselle, c'est qu'elles n'ont pu se déposer par suite d'un courant trop rapide. C'est que nous sommes exactement, à l'emplacement d'un seuil, d'un barrage. Cette hypothèse est d'ailleurs tout-à-fait naturelle. Le seuil s'est formé à cet endroit par suite de la résistance très grande opposée à l'érosion par les couches d'argile qui s'entremêlent aux calcaires compacts et forment la partie supérieure de l'oxfordien, résistance très supérieure à celle qu'opposaient à l'érosion les terrains situés plus à l'est et qui sont constitués par les calcaires fissurés de l'oolithe inférieure.

Il nous semble donc que l'on peut reconstituer très logiquement ainsi l'histoire du changement de lit :

Première période. — C'est l'époque de la basse-terrasse de la Moselle. La rivière coule avec une pente régulière à 40 mètres au-dessus du niveau de la vallée actuelle. On rencontre, en effet, des graviers d'origine vosgienne à VILLEY-LE-SEC, à PIERRE-LA-TREICHE, à la cote 248 ou 250, sur la terrasse de la Justice, près de TOUL, à des cotés voisine de 245, sur les terrasses de la vallée de l'Ingressin à la cote 242, au Moulin de LONGOR à la même cote. Le seuil du « Val-de-l'Ane » est lui-même à cette cote.

Deuxième période. — La MOSELLE approfondit son lit dans la vallée supérieure. Au « Val-de-l'Ane », les couches des chailles oxfordiennes ne sont attaquées que très lentement. Un barrage se forme, et les eaux ne passent plus dans la vallée de la MEUSE que par le déversoir ainsi réalisé. Elles se répandent dans la plaine de TOUL, contenues à l'est par le barrage de Liverdun, et forment ainsi un lac. Le courant se ralentit progressivement. Les alluvions qui se déposent au « Val-de-l'Ane » sont formées de matières de moins en moins lourdes : gravier d'abord, sable ensuite, enfin vases argileuses.

Troisième période. — La MEURTHE et ses affluents qui, à la même

époque, creusent leur lit, finissent par être à une cote inférieure à celle de la MOSELLE, pendant que la MEUSE qui ne peut creuser le sien à cause du seuil dur et rugueux des Ardennes reste à la même cote.

Le barrage de LIVERDUN constitué par des calcaires fissurés moins résistants que les couches du « Val-de-l'Ane », traversé peut-être par des cours d'eau souterrains, cède peu à peu. Le lac de TOUL voit son niveau baisser, finit par se déverser complètement à l'est, vers la Meurthe. Un seul petit ruisseau le rappelle entre Savonnière et Toul, c'est l'INGRESSIN, tandis que le très court ruisseau de PAGNY représente l'ancienne MOSELLE au-delà du seuil du « Val-de-l'Ane ».

Paul MARTIN.



Pour mesurer le bond fait ainsi au-delà de la science antique, celle d'Aristote, qui fournit avant Newton le seul système cohérent, il suffit de rappeler que les propriétés des objets et substances dans la sphère de la lune étaient toutes différentes de celles qui valaient à partir de cette sphère.

Nous avons avec Newton, une vue d'ensemble d'un monde partout semblable à lui-même, où la terre est une planète ordinaire. Le gain de précision est immense, on verra tout à l'heure la petitesse des choses inexpliquées par la théorie de Newton.

Newton bâtit sa dynamique sur les concepts de masse, quantité de mouvement et force. Ses principes fondamentaux sont :

1° La loi de l'inertie, ou du mouvement rectiligne et uniforme d'un corps sur lequel n'agit aucune force.

2° Les changements qui arrivent dans le mouvement sont, proportionnels à la force motrice (c'est la loi $F = m \cdot \gamma$).

3° L'action est toujours égale et opposée à la réaction.

Les constructions ultérieures ont montré que les fondations étaient solides. Mais il faut insister sur la forme qu'avaient prise, chez Newton, les vieilles idées de temps, d'espace et de mouvement. Voici ce qu'il en dit :

Le temps absolu, vrai et mathématique, sans relation à rien d'extérieur, coule uniformément et s'appelle durée. Le temps relatif est la mesure sensible et externe d'une partie de la durée.

L'espace absolu, sans relation aux choses externes, demeure par sa nature toujours similaire et immobile. L'espace relatif est cette mesure... de l'espace absolu qui tombe sous nos sens...

Le mouvement absolu est la translation d'un corps d'un lieu absolu dans un autre lieu absolu ; le mouvement relatif, la translation d'un lieu relatif dans un autre lieu relatif...

Il est clair que c'est là de la métaphysique, un acte de foi en l'espace et le temps absolu, mais rien autre. Une durée ne coule uniformément que par rapport à un mouvement connu et nous ne pouvons, sur le terrain des faits que connaître l'espace et le mouvement relatifs. Nous parlerions peut-être maintenant d'espace et de temps privilégiés pour l'expression simple des lois de la dynamique, il n'est pas défendu, si ce privilège appartient à eux seuls, de les qualifier d'absolus. Ce seront donc, si nous voulons, l'espace et le temps, s'ils existent et sont seuls de leur espèce, pour lesquels les principes de Newton sont vrais.

RECHERCHE DES ABSOLUS. — En explorant l'espace par des mesures, en observant divers mouvements, on arrive à ces conclusions :

1° Il existe des corps dont les dimensions relatives sont à très peu près invariables. On les appelle des solides. On admet que leurs dimensions sont vraiment invariables, que la distance entre deux points déterminés d'un corps solide a une valeur absolue.

2° Il y a des chronomètres qui restent d'accord. On admet de la même façon que cet accord recouvre une réalité commune, et que ces chronomètres mesurent le temps absolu.

REPRÉSENTATION DES POINTS DE L'ESPACE. — On considère un corps solide, par exemple, un trièdre trirectangle matérialisé; on peut repérer un point quelconque de l'espace par ses distances aux trois faces du trièdre.

L'expérience montre que si on rapporte les mouvements des astres ou des particules matérielles à un trièdre ayant comme origine le centre de gravité du système solaire, et dont les axes ont des directions fixes par rapport aux étoiles, avec le temps choisi précédemment, les lois de Newton sont vraies.

Mais le calcul montre immédiatement qu'elles sont encore vraies par rapport à tout autre trièdre dont l'orientation est fixée par rapport au premier, et dont l'origine est animée d'un mouvement rectiligne et uniforme.

Ces différents systèmes d'axes, tous équivalents pour formuler, sur la base des principes de Newton, les lois de la dynamique, s'appellent systèmes de référence galiléens. On dit quelquefois, comme conclusion, que les phénomènes de la dynamique ne permettent pas de déceler le mouvement de translation absolu. Il faudrait dire que la dynamique ne donne pas le droit d'attacher un sens à l'espace absolu.

Newton y croyait pourtant. La rotation de la terre a, disait-il, un caractère absolu, il nait de cette rotation des forces qui ont agi sur la forme de la terre. Newton avait tort et raison. Si l'on croit, *même sans l'avoir trouvé*, au système de référence absolu, il faut convenir que par rapport à ce système hypothétique, la terre tourne. Autrement dit, les axes liés à la terre ne fournissent pas un système galiléen. Mais il ne faut pas oublier *qu'on a pas trouvé ce système de référence*.

Il serait possible, la relativité généralisée le fait bien très bien

comprendre, de construire une dynamique de l'univers avec des axes attachés à la terre. Cette dynamique ne serait pas celle de Newton. Elle serait d'ailleurs beaucoup plus compliquée.

AUTRE RECHERCHE DE L'ESPACE ABSOLU. — L'espace est le siège d'autres phénomènes que ceux que nous venons d'examiner. La lumière, les ondes électromagnétique le traversent.

Quand d'une portion d'espace, on a extrait toute la matière, il y passe quand même quelque chose. Or, nous savons bien que s'il n'y avait pas d'air, le son ne viendrait pas à nos oreilles. La lumière vient à nos yeux sans support matériel. On a mis là un mot, l'éther, et l'on a dit : l'éther est le milieu qui supporte les vibrations lumineuses. *On ne sait rien de ce milieu*, mais le nier, serait nier la propagation de la lumière. Pour en faire une étude, il ne peut être question de suivre une particule de ce milieu, on ne sait même pas ce que cela veut dire. Il faut prendre des axes liés à la matière, et en chaque point repéré par rapport à ces axes, étudier les phénomènes dont l'existence impose la notion d'éther. On peut alors définir deux grandeurs, l'état électrique et l'état magnétique, qui sont assez analogues au vent et à la pression pour l'air. Ces deux grandeurs réagissent l'une sur l'autre. Leurs oscillations périodiques constituent la lumière.

On a d'abord assimilé l'éther à un fluide, à un vaste océan matériel dans lequel baigneraient les corps et on s'est demandé si ce fluide était entraîné par la matière en mouvement. La réponse fut négative. L'éther apparaissait comme immobile. Mais alors on devait pouvoir déceler le mouvement de translation de la terre par rapport à cet éther immobile, la vitesse de propagation d'une onde lumineuse, mesurée sur la terre devait différer suivant que l'onde cheminait ou non dans le sens du mouvement. C'est la célèbre expérience de Michelson, plusieurs fois reprise, et dont le résultat fut négatif. On aurait pu mesurer un déplacement dix fois plus petit que celui qu'on escomptait. On ne vit rien. On échouait encore dans cette recherche de l'espace absolu.

TRAVAUX DE LORENTZ. — Le physicien hollandais Lorentz, dont les travaux dominant cette question, a fondé l'optique et la théorie électromagnétique des corps en mouvement. Nous avons vu que l'état de l'éther en un point donné par rapport au système de réfé-

rence et connu par deux grandeurs. La dépendance et la réaction mutuelle de ces grandeurs dans l'espace et le temps sont fixées par un système d'équations qui sont dits de Maxwell-Lorentz.

Le résultat fondamental est le suivant. Si l'on attache les axes au corps en mouvement de translation uniforme, qu'on prenne en un point repéré par rapport à ces axes l'état de l'éther, *ses variations sont régies par les mêmes équations.*

Si l'on cherche à quelles conditions les équations peuvent garder la même forme, on trouve des relations nécessaires entre les coordonnées et le temps du système fixe et du système mobile, d'autres relations entre les deux repérages des états de l'éther.

TRANSFORMATIONS DE LORENTZ. — Si l'orientation est la même dans les deux systèmes, l'origine o' du système mobile parcourant à vitesse constante v l'axe $o x$ en posant :

$$\alpha = \sqrt{1 - \frac{v^2}{V^2}}$$

V étant la vitesse de la lumière on a :

$$\begin{aligned} x' &= \frac{1}{\alpha}(x - vt) & y' &= y & z' &= z & t' &= \frac{1}{\alpha}\left(t - \frac{vx}{V^2}\right) \\ x &= \frac{1}{\alpha}(x' + vt') & y &= y' & z &= z' & t &= \frac{1}{\alpha}\left(t' + \frac{vx'}{V^2}\right) \end{aligned}$$

Ces deux systèmes sont équivalents. On remarquera leur symétrie. Il suffit d'échanger les inconnues et de remplacer V par $-v$.

Ce résultat fut obtenu par Lorentz au terme d'une suite d'approximations.

CONTRACTION DE LORENTZ. — Supposons qu'un mètre appartenant à l'observateur o' passe en o à l'instant $t = 0$. On aura pour la longueur mesurée suivant $o x$

$$x = x' = \sqrt{1 - \frac{v^2}{V^2}}$$

Le mètre de o' paraît raccourci pour l'observateur o .

Les dimensions perpendiculaires du mouvement restent invariables.

Cette contraction ne saurait être remarquée par les observateurs du système o' , puisqu'elle affecte également la grandeur à mesurer et l'instrument de mesure.

MARCHE DES HORLOGES. — Plaçons une horloge en o' . On a $x = vt$. D'où :

$$t' = \frac{t}{\alpha} \left(1 - \frac{v^2}{V^2} \right) = \alpha t$$

Si l'horloge de o' bat la seconde, l'observateur o lui verra battre des intervalles $\frac{1}{\alpha}$ c'est-à-dire plus long que la seconde. Le temps paraît couler moins vite dans le système o' , aux yeux de l'observateur o .

Dans les vues de Lorentz, l'observateur o serait fixe par rapport à l'éther, l'observateur o' mobile aurait un espace relatif, un temps relatif, des vecteurs relatifs pour représenter l'état de l'éther.

Les résultats expérimentaux conduisent donc à la conclusion que, quoique opérant avec ces grandeurs relatives, l'observateur o construira la même physique. Il ne pourra pas s'apercevoir que c'est o qui est en repos.

AUTRES CONSÉQUENCES, — On déduit des équations :

$$V^2 t^2 - x^2 = V^2 t'^2 - x'^2$$

Tout ébranlement lumineux pour lequel $x = Vt$, fournira $x' = Vt'$.

La vitesse de la lumière, mesurée par o' sera le même nombre. La définition de α montre que la vitesse de la lumière est une limite que ne saurait atteindre aucun système de référence, aucune portion de matière.

DYNAMIQUE. — La transformation de Lorentz nous donne le moyen de transformer les accélérations et les forces, donc de voir ce que devient l'équation fondamentale de la dynamique. Le résultat est le suivant : la masse de Newton devient fonction de la vitesse v . Si la masse est définie comme le coefficient de proportionnalité de

l'impulsion d'une force à la vitesse acquise, en appelant M_0 la masse ordinaire, on a :

$$M = \frac{M_0}{\alpha}$$

α ayant toujours la même valeur.

L'inertie d'une particule croît avec la vitesse et devient infiniment grande pour la vitesse de la lumière.

ENERGIE. — On démontre que cette variation de la masse est proportionnelle à l'énergie acquise ou perdue. On a :

$$\Delta M = \frac{\Delta E}{V^2}$$

V étant la vitesse de la lumière.

LES IDÉES D'EINSTEIN. — Les travaux fondamentaux de Lorentz sont de 1892 à 1904. Le mémoire où Einstein commença l'exposition de ses idées est de 1905.

Le point de vue d'Einstein, beaucoup plus radical, est, après ce que nous avons vu, bien naturel. Après l'impuissance démontrée de la dynamique et de l'électromagnétisme à nous révéler l'espace absolu, Einstein pose en principe qu'aucune expérience ne pourra le révéler, que la position des observateurs o et o' , est au fond, par rapport à cette question, la même, que les physiques qu'ils construiront seront identiques qu'en particulier la vitesse de la lumière a la même valeur.

Cette hypothèse, jointe à la symétrie de o , o' , suffit pour écrire l'équation.

$$V^2 t^2 - x^2 = V^2 t'^2 - x'^2$$

Or cette équation détermine la transformation de Lorentz. Naturellement, au point de vue expérimental, nous ne trouverons rien de nouveau puisque les équations sont les mêmes, mais Einstein soutient au fond que nous ne sommes pas fondés à nous obstiner dans notre illusion, qu'il est impossible de définir rigoureusement le temps absolu, l'espace absolu. Nos deux observateurs croient tous deux que l'autre se trompe. Il n'y a aucune raison de faire jouer à l'un un rôle privilégié.

CRITIQUE DES DÉFINITIONS DU TEMPS ET DES LONGUEURS. — Cette critique, reprise par Einstein, était fort bien faite par Poincaré. Plus particulièrement, dans “la valeur de la science”, on trouve un admirable exposé de la question.

La notion du temps est claire dans le domaine de la conscience, au point de vue de la succession. La mesure est une définition que rien n'impose. Nous n'avons pas l'intuition de l'égalité de deux durées. Ensuite, quand il faut parler de deux consciences différentes, quand il faut passer au temps universel, la définition de la simultanéité présente des difficultés insurmontables. Le fait que nous n'avons à notre disposition que des vitesses de propagation finies donne à toutes les définitions de la simultanéité un caractère relatif. Le temps absolu disparaît. Mais la simultanéité définit la forme des solides. Dès lors, cette notion s'écroule. La distance absolue disparaît.

L'INTERVALLE. — Poincaré a vu le premier ce qui restait, c'est la quantité :

$$V^2 t^2 - x^2 - y^2 - z^2 = V^2 t'^2 - x'^2 - y'^2 - z'^2$$

On l'appelle intervalle de l'événement $x y z t$ à l'événement o, o, o, o .

Cette quantité conserve la même valeur, qu'elle soit calculée par un observateur quelconque dans un système galiléen.

UNIVERS DE MINKOWSKI. — Minkowski appelle univers ou espace-temps, l'ensemble de tous les événements ou points d'univers. Un événement, c'est l'ensemble $x y z, t$ d'un point d'espace et d'un instant t . L'intervalle de deux intervalles infiniment voisins est donné par :

$$ds^2 = dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$$

en prenant la vitesse de la lumière pour unité.

Entre deux repérages galiléens de l'univers, existe la relation qui exprime le caractère absolu de l'intervalle :

$$dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 = dt'^2 - dx'^2 - dy'^2 - dz'^2$$

Cette relation définit une transformation générale de Lorentz, où l'orientation des axes a changé.

LIGNES D'UNIVERS. — Une particule matérielle se trouve à l'instant t , au point $x y z$. $x y z t$ est un événement de la vie de cette particule. La suite de ces événements est un être analytique qu'on appelle ligne d'univers de la particule, c'est le diagramme de son existence. Si deux tels diagrammes se croisent, c'est que les deux particules se sont trouvées au même point, au même instant. Elles ont eu une coïncidence.

LIGNES D'UNIVERS D'INTERVALLE MAXIMUM. — Si on cherche les lignes joignant deux événements et pour lesquels l'intervalle soit le plus grand, on trouve une solution, c'est la droite joignant les deux événements.

Elle est le diagramme d'un mouvement rectiligne et uniforme, ce qui donne au principe de l'inertie la forme suivante :

Les trajectoires d'un point matériel libre sont les lignes d'univers d'intervalle le plus long entre deux points quelconques.

CONCLUSIONS. — Le point de vue d'Einstein a son intérêt et son inconvénient.

Nous avons des explications de Lorentz, que nous avons cru comprendre, avec des électrons en mouvement. Avec Einstein, ce sont les équations qui expliquent les phénomènes. Peut-être est-ce le signe que notre raison actuelle n'est pas encore adaptée ?

Relativité généralisée et Gravitation

Cette partie de la théorie est le développement des idées d'Einstein et lui est dûe entièrement.

Il y a quelque chose de peu satisfaisant pour l'esprit dans la relativité des mouvements de translation uniforme. Nous voudrions avoir, si j'ose dire, les lois elles mêmes, et non pas leur traduction par un observateur qui se trouve avoir un certain mouvement, car deux observateurs différents doivent nous dire la même chose sous des apparences différentes. Autrement dit, connaissant la forme que l'observateur A donne aux lois de la nature, on doit déduire du mouvement de B par rapport à A la forme que B donnera à ces

mêmes lois. Quand on fouille cette idée, on n'y trouve qu'une chose. La réflexion montre en effet que nous n'observons que des coïncidences, ou des intersections de lignes d'univers. Une ligne d'univers après une transformation ponctuelle quelconque devient une ligne d'univers dans le nouveau système, sur cette ligne d'univers se retrouvent, et dans le même ordre, les coïncidences de la première.

Ainsi, notre idée, c'est au fond que les coïncidences sont des choses absolues, ainsi que la situation de ces coïncidences, au point de vue de la géométrie de situation. Mais nous avons trouvé autre chose. Il existe des portions limitées d'univers où tout point matériel abandonné à lui-même décrit une droite d'un mouvement uniforme. Un système de repérage galiléen de ces positions nous donne pour un intervalle infiniment petit

$$ds^2 = dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$$

Dans ces coins d'univers, il existe une chose absolue, c'est l'intervalle de deux points, calculé à l'aide de cette relation.

Mais il existe d'autres portions d'univers, par exemple le champ de gravitation du soleil, où les trajectoires d'un point matériel sont, avec une haute approximation, des ellipses décrites suivant la loi des aires et dont un foyer est le soleil.

Si nous admettons qu'il existe encore une grandeur absolue, l'intervalle, grandeur telle que sur ces trajectoires d'un point libre l'intervalle de deux points quelconques soit le plus grand possible il n'est plus vrai que l'intervalle de deux points infiniment voisins soit donné par la même formule. Les difficultés se présentent même pour le repérage d'un point, car l'observateur n'ayant plus un système galiléen, ses instruments de mesure subissent des contractions variables, ses chronomètres ont une marche irrégulière, cela ne l'empêche pas avec ses trois variables d'espace et sa variable de temps de déterminer des lignes d'univers. Il se passe quelque chose de tout à fait identique à l'exploration d'une surface courbe, par exemple une sphère dont les points seraient repérés par la latitude et la longitude, ou par deux coordonnées curvilignes, x_1 et x_2 . Le carré de la distance de deux points voisins sur cette sphère sera de la forme :

$$(1) \quad ds^2 = a_{11} dx_1^2 + 2 a_{12} dx_1 dx_2 + a_{22} dx_2^2$$

De même le carré de l'intervalle sera représenté par :

$$(2) \quad ds^2 = a_{11} dx_1^2 + a_{22} dx_2^2 + a_{33} dx_3^2 + a_{44} dx_4^2 \\ + 2 a_{12} dx_1 dx_2 + 2 a_{13} dx_1 dx_3 + 2 a_{14} dx_1 dx_4 \\ + 2 a_{23} dx_2 dx_3 + 2 a_{24} dx_2 dx_4 + 2 a_{34} dx_3 dx_4$$

x_1, x_2, x_3 seront les coordonnées d'espace, x_4 sera la coordonnée du temps.

Il y a dix coefficients. Et de même que, pour une sphère, on ne peut choisir aucun système x_1, x_2 qui donne $ds^2 = dx_1^2 + dx_2^2$, car la sphère serait applicable sur un plan, de même, aucun choix de x_1, x_2, x_3, x_4 ne donnera pour l'espace-temps $ds^2 = dx_1^2 - dx_4^2 - dx_2^2 - dx_3^2$, car les trajectoires seraient des droites.

Ainsi, en résumé :

Pour une détermination quelconque de distribution des masses, les trajectoires d'un point matériel sont bien déterminées, elles sont, à grande distance de ces masses, des droites pour tout système galiléen.

La quantité absolue que nous appelons intervalle de deux événements, et qui doit être maxima entre deux points quelconques d'une trajectoire naturelle à une expression, valable pour tout l'univers, déterminable autour de chaque point par la connaissance de ces trajectoires naturelles.

Quand cette expression (2) est obtenue pour un système de coordonnées, de nouvelles expériences sont inutiles pour en avoir la forme dans un autre système x'_1, x'_2, x'_3, x'_4 . Puisque ds^2 doit conserver la même valeur, il suffit de remplacer x_1, x_2, x_3, x_4 par leurs valeurs en x'_1, x'_2, x'_3, x'_4 . On obtiendra le même résultat.

Voici donc une première loi naturelle, l'existence de l'intervalle, qui se trouve ainsi traduite :

Un observateur A trouve une expression de l'intervalle infiniment petit.

Il est inutile à un observateur B d'en faire une nouvelle détermination. Il suffit de porter dans le résultat de A, les expressions des coordonnées du premier système en fonction des coordonnées du deuxième. Voilà qui précise notre idée générale du début. *On dit alors que ds^2 est un invariant.*

Dans cette loi de l'intervalle, figure un nombre, et ce nombre a la même valeur dans tout système de coordonnées. C'est l'équivalent de la distance dans l'espace ordinaire. Mais on a besoin d'introduire d'autres êtres mathématiques. Les vecteurs dans l'espace ordinaire dépendent de six coordonnées, ou de trois si leur origine est connue ; la répartition des forces élastiques dans un solide dépend de six quantités, qui forment le tenseur d'élasticité.

On appelle en général tenseur tout être mathématique dont la signification est indépendante du choix des coordonnées, les nombres qui le déterminent varient avec ces coordonnées, mais suivant de lois que le calcul permet d'étudier et l'on arrive à cette conception plus précise de la relativité généralisée : *Les lois de la nature doivent s'exprimer par l'annulation de certains tenseurs.*

Le calcul des tenseurs se trouvait être fondé quand Einstein parvint à une conception claire du principe de la relativité généralisée. Riemann, dans un mémoire relatif à la théorie de la chaleur et Christoffel, généralisant la déformation des surfaces, avaient posé les principes fondamentaux.

Les résultats de Christoffel, développés par Ricci et Levi-Civita avaient fourni ce que ces deux mathématiciens appelèrent le calcul différentiel absolu.

APPLICATION A LA GRAVITATION. — Il est évident d'après ce que nous avons dit que, les trajectoires naturelles connues, l'intervalle entre deux événements peut théoriquement être obtenu. Autrement dit, les coefficients du ds^2 sont astreints à des conditions qui sont les équations de la gravitation. Ces équations ont la forme tensorielle, naturellement. Ces équations doivent avoir comme solution particulière la solution des trajectoires rectilignes (principe de Képler).

Or, Riemann et Christoffel avaient trouvé la condition pour qu'un ds^2 de la forme (2) puisse être ramené à la forme galiléenne. Il faut 20 conditions. Einstein a déduit de ce tenseur de Riemann-Christoffel un autre tenseur qui, égalé à zéro, dans une loi pouvant être prise comme celle de la gravitation. Autrement dit, elle satisfait au principe de relativité. Elle a de plus la généralité requise. Quant à savoir si elle convient, l'expérience seule peut décider.

DIFFICULTÉ DES VÉRIFICATIONS. — Les équations d'Einstein sont au nombre de dix. Ce sont des équations aux dérivées partielles du

second ordre reliant les 10 coefficients du ds^2 . La marche normale serait d'essayer d'intégrer ces équations. Les singularités des intégrales donneraient la disposition des masses. Ce problème est trop difficile. On s'est proposé d'opérer iuversement : déterminer pour une disposition connue et simple des masses, les solutions des équations. Même dans le cas d'une seule masse, ce problème est encore assez difficile. Il a été résolu par Schwarzschild. C'est, jusqu'ici, la seule solution connue. On trouve :

$$ds^2 = \frac{-dr^2}{1 - \frac{2m}{r}} - r^2 \left[d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2 \right] + dt^2 \left[1 - \frac{2m}{r} \right]$$

La masse unique correspond à $r = 0$, r θ φ sont très sensiblement des coordonnées polaires, m est la masse gravitationnelle de la particule. Sa valeur est, exprimée en longueur, 1 km^5 pour le soleil, 5 mm pour la terre. Si m est nul, on retrouve :

$$ds^2 = dt^2 - dr^2 - r^2 (d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2) = dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$$

qui correspond à un repérage galiléen.

CONSÉQUENCES DE LA FORMULE DE SCHWARZSCHILD. — Forme des trajectoires. En cherchant les lignes d'univers qui rendent maximum l'intervalle de deux points quelconques, on trouve les trajectoires d'un point matériel (ou de l'énergie lumineuse quand l'intervalle est constamment nul).

(1) On trouve que les orbites planétaires dans la théorie d'Einstein sont très voisines des ellipses de Képler, la différence très petite qui s'introduit revient approximativement à faire tourner lentement ces ellipses dans leur plan.

(2) Les rayons lumineux sont obtenus par le même calcul, ils ressemblent à des hyperboles dont les asymptotes feraient un angle très petit ; pour un rayon rasant le soleil, cet angle, ou déviation de la lumière est de $1'' 75$.

(3) En admettant qu'un atome vibrant fournit un type de chronomètre idéal, dont les vibrations mesurent des intervalles, c'est-à-dire des choses absolues, on voit aisément que la durée de la vibration varie avec l'intensité du champ de gravitation. La durée de vibration d'un atome solaire est plus longue que celle de l'atome

terrestre de $\frac{2}{10^6}$ les raies du spectre sont en conséquence déplacées vers le rouge.

VÉRIFICATIONS EXPÉRIMENTALES. (1) On savait depuis le Verrier que l'orbite de Mercure, toutes corrections faites, tournait lentement. En adoptant les constantes du système solaire de Newcomb, on trouve pour valeur approchée du déplacement du périhélie $42''$ par siècle. Le calcul d'Einstein fournit pour Mercure $43''$. Ce chiffre fut considéré comme très impressionnant.

(2) Deux missions anglaises observèrent l'éclipse de soleil du 29 mai 1919. La comparaison de la position des étoiles sur les clichés avec leurs positions réelles fournit le déplacement angulaire des rayons lumineux au voisinage du soleil. Les astronomes anglais confirmèrent la déviation prévue par Einstein, ils ajoutaient même que la variation du déplacement en fonction de la distance au soleil était celle prévue.

(3) Les travaux sur le déplacement des raies furent assez nombreux. St John, du Mont Wilson, Grebe et Bachem (physiciens allemands), Pérot (physicien français), annoncèrent les résultats les plus nets. St John, dans ses meilleures mesures, donne un déplacement nul. Grebe et Bachem trouvèrent d'abord un déplacement trop petit, puis, dans un autre travail, le déplacement même d'Einstein. Les travaux de Pérot confirment le déplacement d'Einstein. Enfin, d'anciennes mesures de Fabry et Buisson furent interprétées par leurs auteurs comme une vérification de cette loi.

On peut dire que cet ensemble de vérifications, les unes éclatantes, les autres bonnes, donnaient à la théorie le plus solide appui.

CRITIQUE DES EXPÉRIENCES. — Une analyse pénétrante des résultats (1) et (2) a été faite par M. Esclavyon.

(1) Les constantes du système solaire forment un bloc. La loi de Newton admise, on détermine ces constantes au mieux pour expliquer les mesures. C'est ce que fit Newcomb. Le nombre donné pour Mercure était connu assez grossièrement, à 10 ou 20'' près. Serait-il exact, que l'application de la loi d'Einstein aux seuls reliquats de la loi de Newton n'est peut-être pas très fondée. Il faudrait montrer que la loi d'Einstein permet de calculer pour le système

solaire *un ensemble de constantes* qui améliore les écarts avec l'observation.

D'autre part, les calculs faits par Saturne, montrent l'existence d'une rotation du périhélie de $40''$ par an. Cette rotation reste inexpliquée, malgré la note de Chazy.

(2) L'étude suivie des photographies montre que les déplacements (de l'ordre de quelques centièmes de mm) ne s'expliquent pas au mieux par la loi d'Einstein. Il existe un déplacement des rayons vecteurs des étoiles qui provient sans doute d'une déformation des instruments. Dès lors, rien n'est prouvé, si une autre loi que celle d'Einstein explique mieux les déplacements, si d'autre part ces déplacements ont d'autres causes.

(3) La critique de ces expériences a été faite par M. Croze⁽¹⁾; à son avis, les expériences de St-John sont les meilleures (c'est aussi l'opinion d'Eddington). Quant aux mesures de Grebe et Bachem, les instruments qu'ils employaient étaient incapables de leur donner la précision à laquelle ils prétendent. Il semble y avoir là un effet de suggestion.

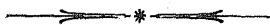
Les résultats de Pérot, Fabry et Bisson sont actuellement contredits par de nouvelles mesures de St John.

En résumé, les vérifications expérimentales sont mauvaises. Le déplacement du périhélie de Mercure n'est pas probant, la déviation de la lumière non plus; le déplacement des raies semble même donner des résultats plutôt contraires à la théorie.

CONCLUSION. — Il n'est pas possible de se prononcer maintenant sur la valeur de la théorie. On peut regretter qu'une publicité inconsidérée lui ait été faite, favorisant ainsi des effets de suggestion indéniables.

Il convient donc d'attendre que des expériences nombreuses et loyales aient permis de porter dans le calme, un jugement sur la relativité généralisée. Mais il faut admirer l'homme qui a construit cette théorie, d'une si grande force logique, dont l'exceptionnelle beauté est si profondément séduisante pour le philosophe et le mathématicien.

(1) Je suis heureux de dire ici de quel profit m'ont été les conférences faites à la Société de Physique (Section de Nancy) par M. Croze.



Les Poissons Néocomiens

en Bordure Orientale du Bassin de Paris

Par GEORGES CORROY

La faune ichthyologique néocomienne, étudiée au siècle dernier dans les travaux remarquables de Cornuel en Haute-Marne (1), de Leymerie dans l'Aube (2), de Sauvage dans l'Yonne (3), a été présentée sous un nouvel mais rapide aspect, dans les publications de F. Priem sur « Les Poissons fossiles du Bassin de Paris » en 1908 (4), et de M. Leriche sur « Les Poissons Crétacés » du même bassin, en 1910 (5).

Reprenant ces travaux pour examiner des échantillons personnels de cette région, et ceux de deux collections qui ont été confiées très aimablement à mes soins, l'une par M. le Professeur Marcellin Boule au Muséum National d'Histoire Naturelle : Collection Péron, l'autre par M. Henry Joly, Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Nancy : Collection Moreau, reprenant ces travaux, dis-je, il me paraît utile de faire connaître les résultats auxquels je suis arrivé. Ils précisent ceux de M. Leriche concernant les Poissons de la Collection Tombeck, conservée à la Sorbonne, et ils révèlent un grand intérêt biologique dans l'apparition, la persistance ou la disparition d'espèces, au cours de cette période qui s'étend du Jurassique au Crétacé.

Quatre ordres de poissons ont laissé des restes dans les strates néocomiennes ; et ces restes, ce sont de nombreuses dents

(1) CORNUEL. *Bulletin de la Société Géologique de France* (3), V, p. 604, 1877. — *Id.* (3), VIII, p. 139, 1879.

(2) LEYMERIE. *Mémoires de la Société Géologique de France*. t. IV, p. 291, 1840.

(3) SAUVAGE. *Bulletin de la Société des Sciences Historiques et Naturelles de l'Yonne* (3) t., I, p. 20, 1879.

(4) F. PRIEM. *Annales de Paléontologie*, t. I, 1908 ; t. VI, 1911.

(5) M. LERICHE. *Bulletin de la Société Géologique de France*, (4), X, p. 455, 1910.

isolées ou en place sur les spléniaux et les vomers, des otolithes, des plaques dermiques, des épines de nageoires, des vertèbres.

Nous allons passer en revue chacun des ordres suivants :

Elasmobranches ou Sélaciens.

Holocéphales.

Téléostomes ou Ganoïdes.

Téléostéens.

ÉLASMOBRANCHES

1^o PROSÉLACIENS :

Asteracanthus acutus AGASSIZ.

Épine de nageoire dorsale d'une forme que l'on rencontre depuis le Bathonien. Signalée par M. Leriche dans la marne argileuse du Néocomien inférieur à Doulevant-le-Petit (Haute-Marne), je l'ai trouvée dans le Calcaire à Spatangues de Brillon (Meuse).

2^o SÉLACIENS :

Hybodus basanus, EGERTON.

Épines analogues à celles que l'on trouve dans le Wealdien d'Angleterre.

Hauterivien : Doulevant-le-Petit.

Notidanus Muensteri, AGASSIZ.

Répandu depuis l'Oxfordien, principalement dans l'Allemagne du Sud et en Suisse. Une dent est conservée dans la Collection Tombeck.

Hauterivien : Brousseval (Haute-Marne).

Cestracion sp.

Dents très voisines de *Cestracion rugosus* AGASSIZ du Crétacé.

Hauterivien : Wassy (Haute-Marne).

Strophodus sp., AGASSIZ.

Quelques dents, collection Péron.

Hauterivien : Saint-Sauveur (Yonne).

Les *Lamnidés* sont représentés par les genres *Scapanorhynchus* et *Odontaspis*, ces squalés à corps étroit et museau allongé.

Scapanorhynchus subulatus, AGASSIZ.

Dents lisses nombreuses ;

Hauterivien : Attancourt (Haute-Marne).

Aptien : Wassy.

Scapanorhynchus raphiodon, AGASSIZ.

Dents striées.

Mêmes gisements que le précédent.

Odontaspis macrorhiza COPE, (*Odontaspis gracilis* Agassiz) mutation : *infra-cretacea* Leriche.

M. Leriche considère cette dernière, dont les dents seraient rares au Néocomien, comme une « prémutation » de *Odontaspis macrorhiza*, abondant depuis l'Albien jusqu'au Sénonien. Sauvage signale la présence d'une forme qui est certainement cette mutation dans l'Aptien de Gurgy (Yonne). J'en possède de nombreux exemplaires de l'Hauterivien de Wassy, Brillon, Saint-Dizier ; ce qui fait que cette espèce est beaucoup plus répandue qu'on ne le pensait.

Otodus sp., AGASSIZ.

J'attribue à ce genre deux vertèbres qui viennent du Barrémien d'Avrainville (Haute-Marne).

HOLOCÉPHALES

Un seul représentant de cet ordre est connu dans le Néocomien du Bassin de Paris, c'est un Chiméridé.

Ischyodus Thurmanni, PICTET et CAMPICHE.

Dent mandibulaire droite. Collection Tombeck.

Hauterivien inférieur : Valcourt (Haute-Marne).

TÉLÉOSTOMES

Ce sont les plus nombreux.

Parmi les *Sphaerodontidés*, qui se distinguent par leurs dents hémisphériques.

Lepidotus maximus, WAGNER (Sphaerodus gigas Agassiz).

Mâchoires et dents.

Hauterivien : Wassy, Brillon, Ville-sur-Saulx (Meuse).

Marolles (Aube). Auxerre (Yonne).

Barrémien : Saint-Dizier.

Aptien : Grand-Pré (Ardennes). Étage dans lequel cette espèce disparaît.

Lepidotus longidens CORNUEL.

Dents.

Hauterivien : Wassy.

Lepidotus laevis, AGASSIZ.

Dents.

Hauterivien : Wassy, Auxerre, Saint-Sauveur.

Les *Pycnodontidés*, remarquables par les formes multiples de leurs dents, sont les plus abondants de tous.

Gyrodus sculptus, CORNUEL.

D'après les échantillons des collections Péron et Moreau, je me range à l'avis de M. Leriche pour rapporter à cette espèce les dentitions spléniales ou vomériennes de toute une série de formes qui diffèrent simplement par l'état d'usure, plus ou moins avancé des dents, et par le développement de celles-ci.

L'individu jeune serait le « *Pycnodus* » *sculptus*, dont les spléniaux ont été décrits par Cornuel. Dans un stade plus avancé : « *Pycnodus* » *imitator* Cornuel. Puis *Cælodus asperulus* Cornuel, chez lequel l'usure a fait disparaître l'ornementation des dents de la rangée principale. « *Pycnodus* » *contiguidens* Pictet a toutes ses dents lisses.

« *Pycnodus* » *disparilis*, vomer considéré par Smith-Woodward comme celui d'un *Gyrodus*, pourrait être le vomer de *Gyrodus sculptus* ; enfin « *Pycnodus* » (*Typodus*) *Cotteaui* Sauvage est également un vomer de *Gyrodus*, très probablement le vomer d'individu âgé, dont « *Pycnodus* » *disparilis* représenterait le stade jeune.

Hauterivien : Wassy, Trois-Fontaines. Ville-sur-Saulx.

Soulaines (Aube).

Barrémien : Hattancourt, Auxerre.

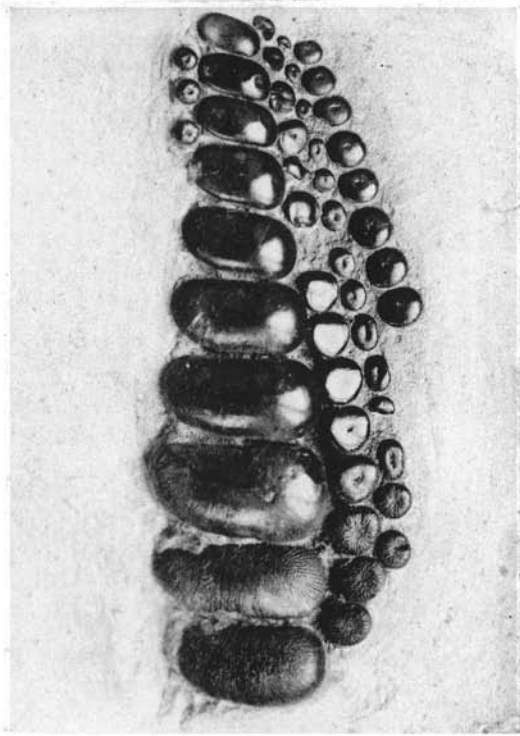


Fig. 1. - **Mesodon gigas** Agassiz.
Hauterivien de Ville-sur-Saulx.
Splénial droit.

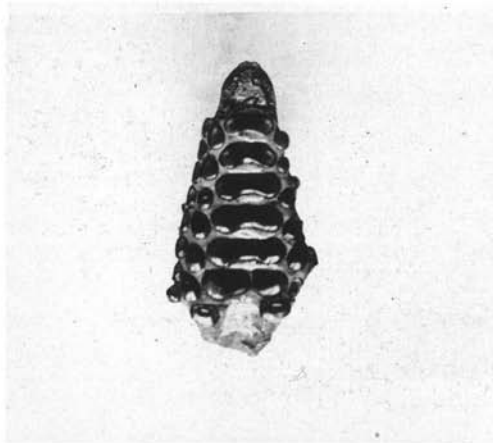


Fig. 2. - **Coelodus Mantelli** Agassiz.
Hauterivien de Bettancourt.
Vomer. Gr. 2 fois.

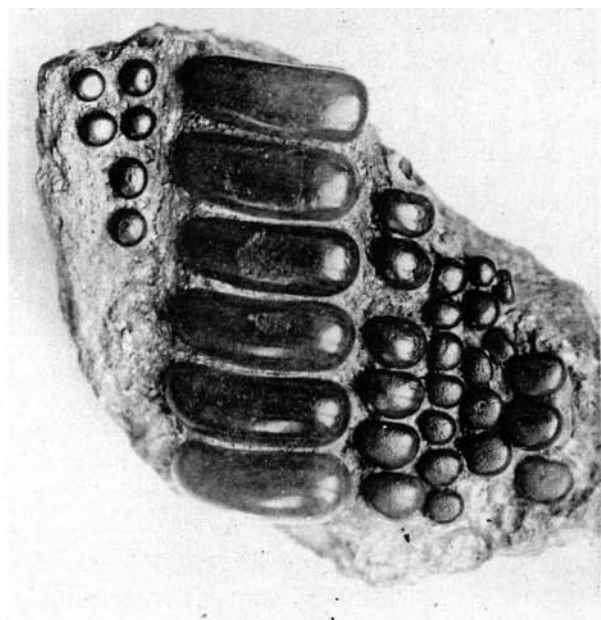


Fig. 1. - **Mesodon robustus** Cornuel.
Hauterivien de Ville-sur-Saulx.
Splénial droit.

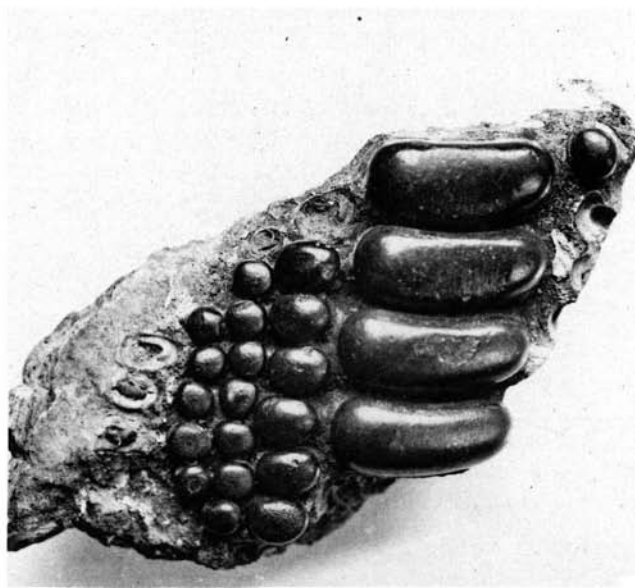


Fig. 2. - **Mesodon robustus** Cornuel.
Hauterivien de Ville-sur-Saulx.
Splénial gauche.

Athrodon profusidens, CORNUEL.

Spléniaux et dents isolées.

Hauterivien : Ville-sur-Saulx, Wassy, Sommevoire (Haute-Marne).

Mesodon gigas, AGASSIZ (Pl. I, fig. 1).

Cornuel et M. Leriche ont rapporté au *Mesodon c. f. gigas* Agassiz, deux dents du Calcaire à Spatangues de la Haute-Marne ; dents de grande taille venant de la rangée principale de spléniaux, d'une forme très voisine en effet de *Mesodon gigas*, si adondant dans le Jura Neufchâtelois. On peut voir, d'autre part, dans les galeries du Muséum à Paris, cinq dents isolées attribuées à cette espèce, et dans celles de l'École des Mines une dizaine d'autres trouvées à Marolles (Aube). Je possède également plusieurs de ces dents énormes.

Enfin j'ai eu le loisir d'étudier, au Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Nancy, une pièce fort belle donnée par mon ami M. Paul Thiéry, ingénieur géologue, et qui fut découverte dans les carrières hauteriviennes de Ville-sur-Saulx. Je l'ai décrite dans une note récente à l'Académie des Sciences (1).

C'est la dentition d'un splénial droit (Pl. I, fig. 1), comptant 49 dents et qui est bien celle d'un *Mesodon gigas*. Sans doute, ces dents ont appartenu à un individu non encore adulte, car elles n'ont ni la taille (28 ^m/_m pour les maxima au lieu de 35), ni l'usure des types âgés. Elles se dénombrent ainsi :

- 10 dents à la rangée principale.
- 14 dents à la rangée intermédiaire adjacente.
- 14 dents à la première rangée externe.
- 8 dents à la seconde rangée externe.
- 3 dents à la rangée interne.

Le *Mesodon gigas* du Jurassique supérieur a donc persisté pendant l'époque néocomienne, du moins il a vécu dans la mer hauterivienne du Bassin de Paris.

Mesodon autissiodorensis, SAUVAGE.

Spléniaux.

Hauterivien et Barrémien : Auxerre, Monéteau (Yonne).

(1) G. CORROY. *Compte Rendu de l'Académie des Sciences*, t. 174, p. 304, 1922.

Mesodon robustus, CORNUEL.

Espèce signalée seulement dans le Barrémien de Saint-Dizier. Or, deux spléniaux de la Collection Moreau ont été trouvés dans l'Hauterivien de Ville-sur-Saulx. Le splénial droit (Pl. II ; fig. 1), compte 35 dents dont 6 très fortes à la rangée principale et l'emplacement de 3. Le splénial gauche (Pl. II, fig. 2), 28 dents et l'emplacement de 8.

Mesodon heterotypus, CORNUEL.

Espèce à maintenir dans le Néocomien du Bassin de Paris. La seule description que Cornuel en donne sur un fragment de vomer des environs de Wassy, dénote la présence de dents très particulières, principalement celles de la rangée externe. Un fragment de vomer plus important (Hauterivien de Wassy, Collection Moreau), montre précisément les dents externes si caractéristiques, hautes, à faces triangulaires, à sommet et angles émoussés. En outre, plusieurs dents analogues proviennent de l'Hauterivien de Nomécourt et Valerest (Haute-Marne).

Mesodon Couloni (AGASSIZ), PICTET et CAMPICHE.

Spléniaux et dents isolées.

Hauterivien inférieur : Ville-sur-Saulx, Sommevoire.

Barrémien : Monéteau.

Aptien : Grand-Pré (Collection Péron).

Cœlodus Mantelli, AGASSIZ.

M. Leriche regarde comme peu certaine la présence de *Cœlodus Mantelli* dans le Néocomien du Bassin de Paris d'après les restes insuffisants que Cornuel signale.

Un vomer en excellent état (Hauterivien de Bettancourt, Haute-Marne), me permet de confirmer la détermination de Cornuel. Cet échantillon (Pl. I, fig. 2), correspond à la taille des vomers de *Cœlodus Mantelli*, nombreux dans le Wealdien d'Angleterre (1) : 20 ^m/_m sur 10. Il porte cinq rangées de dents se répartissant ainsi :

5 allongées et 4 ovalaires à la rangée principale.

11 pour les rangées internes, avec l'emplacement de cinq,

10 pour les rangées externes, avec l'emplacement de quatre.

(1) SMITH-WOODWARD. *Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum*. Vol. I, 1889.

Sur le côté droit on remarque, en outre, deux dents de remplacement, ce qui indique un individu d'un âge peu avancé.

Cette espèce serait arrivée par le Nord dans le Bassin de Paris.

Microdon varians, CORNUEL.

Spléniaux et dents.

Hauterivien : Wassy, Attancourt.

Microdon Muensteri (AGASSIZ), PICTET et CAMPICHE.

Anomædus Muensteri, PRIEM.

Espèce dont la dentition spléniale est dégénérée ; elle n'occupe qu'un espace restreint sur l'os et elle est séparée du bord externe de cet os.

Barrémien : Wassy, Monéteau.

Elle est signalée également dans l'Hauterivien : Sermaize (Marne), Attancourt, Auxerre, Saint-Sauveur, Saints (Yonne).

Anomædus cretaceus, AGASSIZ.

Dents isolées.

Hauterivien : Trémilly, La Chapelle (Yonne).

Anomædus Ricordeaui, SAUVAGE.

Dents isolées.

Aptien : Auxerre.

Les indications de Cornuel concernant le « *Pycnodus* » *quadratifera* Cornuel et le *Microdon Hugii* Agassiz sont trop peu précises pour compter la présence de ces espèces dans les mers néocomiennes du Bassin de Paris. Je n'en ai retrouvé aucun exemplaire dans mes recherches personnelles, ni dans les collections que j'ai étudiées.

Ellipsodus incisus, CORNUEL.

Vomer à sept rangées de dents elliptiques ou subelliptiques.

Fer oolithique du Barrémien : Wassy, Bailly-aux-Forges.

TÉLÉOSTEENS

Les Poissons osseux ont laissé peu de restes, qui se classent dans le sous-ordre des Physostomes :

Saurocephalus inflexus, SAUVAGE.

Dents isolées.

Hauterivien : Saints.

Vertèbres.

Barrémien : Egriselle.

Saurocephalus (= *Protosphyraena*, Leidy) *albensis*, PICTET et CAMPICHE.

Dents isolées.

Hauterivien : Gurgy.

Les dents de ces deux espèces sont pointues, très larges à la base, donc à fortes racines solidement enchassées ; dents de grands carnassiers.

Deux vertèbres caudales trouvées par Cornuel dans la « Couche rouge » du Barrémien de Vassy, sont rapportées par Mademoiselle S. Gillet (1) à un Téléostéen.

Signalons, pour terminer, des otolithes conservés au Muséum de Paris, venant de l'Hauterivien d'Attancourt, que Priem a fort bien décrits et auxquels il a donné le nom d'*Otolithus neocomiensis*.

Ce coup d'œil jeté sur la faune ichthyologique du Néocomien en bordure orientale du Bassin de Paris, nous amène à la conclusion suivante : les mers néocomiennes de ce bassin ont été peuplées de poissons à affinités jurassiques.

On voit, en effet, la persistance de types des mers de cette époque (Notidanus, Lepidotus, Mesodon, etc...). Mais on assiste aussi à l'invasion d'espèces jurassiques et néocomiennes du Jura français, du Jura suisse et de l'Allemagne du Sud par le Détroit de la Côte d'Or (certains Mesodon et Gyrodus) ; à l'invasion d'espèces du Purbeckien et du Wealdien d'Angleterre par le Pays de Bray (Hybodus, Coelodus).

(1) S. GILLET. *Bulletin de la Société Géologique de France* (4), XXI, p. 3, 1921.

Toutefois, pendant ce temps, des formes en pleine apogée au Jurassique s'éteignent (*Asteracanthus*), ou touchent à leur disparition (*Hybodus*, *Lepidotus*) ; et d'autres — très rares il est vrai — naissent qui iront évoluant dans les époques suivantes (*Scapanorhynchus*, *Odontaspis*).

Ces dernières étant peu nombreuses, nous pouvons donc rattacher presque entièrement les poissons néocomiens du Bassin Parisien aux poissons jurassiques. Le Crétacé, en effet, nous a laissé une faune ichthyologique nouvelle et les quelques formes apparues aux Néocomien y sont modifiées par l'évolution.



Les Tremblements de Terre en Lorraine

et

leurs Relations avec la Tectonique

Par GEORGES CORROY

Dans sa note sur les Tremblements de terre du Bassin de Paris (1), M. Paul Lemoine a montré combien les secousses sismiques sont extrêmement localisées : ce qui nous permet de mieux saisir les relations possibles de ces séismes avec les accidents du sol. Ce savant professeur espérant que l'on complètera les renseignements généraux qu'il donne sur l'ensemble du Bassin, j'ai cherché en Lorraine de nouveaux documents réalisant ce désir.

C'est principalement la Lorraine Méridionale, celle qui touche à la Bourgogne et à la Franche-Comté, qui a été affectée par les séismes au cours des temps historiques.

Tandis que pour le nord de la France des renseignements précis sur les tremblements de terre émanent de l'année 330 (2), ce n'est qu'en 1094 que l'on trouve pour la Lorraine (3) l'indice d'une première observation ; et encore..., la date seule, sans distribution géographique, est-elle enregistrée !

Il en est de même pour un séisme du 13 mars 1189 dont nous ignorons totalement les détails (4). Au xv^e siècle encore, la chronique du Doyen de Saint-Thiébaud de Metz (5) indique qu'en l'an

(1) P. LEMOINE. Les Tremblements de terre du Bassin de Paris. *Bulletin de la Société Géologique de France* (4), XI, 1911, p. 341.

(2) DOUXAMI. Les Tremblements de terre. Essai sur l'état actuel de la Sismologie. *Mémoire de la Société des Sciences, Arts et Agriculture* Lille 1911, p. 166.

(3) PÉRREY. Recherches historiques sur les Tremblements de terre dont il est fait mention dans les historiens depuis le commencement du ix^e siècle, jusqu'à la fin du xviii^e. *Compte rendu de l'Académie des Sciences*, XLII, 1841, p. 899-903.

(4) PÉRREY. Nouvelles recherches sur les Tremblements de terre de 1301 à 1843. *Compte rendu de l'Académie des Sciences*, XVII, 1843, p. 608-621.

(5) DOM CALMET. *Histoire de Lorraine*, 1^{re} édit., t. II, col. CLXXIII.

1356, le jour de la Saint-Luc (18 octobre), la terre « croula » à Metz et dans la région. Il faut arriver à l'année 1682 pour rencontrer de précieux documents sur les phénomènes sismiques du mois de mai. Les principaux centres affectés sont : Metz, Nancy, Remiremont, Plombières, Langres, Chaumont ; avec prolongements, d'une part vers le nord du Morvan, par Tonnerre, Auxerre, d'autre part vers le Lyonnais par Vesoul, Dôle, Chalons, Mâcon.

A la date du 16 juin 1682, le *Journal des Savants*, édité à Paris « par privilège du Roy », rend compte, en termes parfois prime-sautiers du « tremblement de terre » de la nuit du 11 au 12 mai. Vers 2 heures du matin, il écrit lui-même son histoire sur les monuments et dans les institutions vosgiennes. Le journal signale, à Remiremont en particulier, l'effondrement de douze maisons et celui de l'église des Dames (aujourd'hui église Saint-Pierre). En outre, toutes les habitations ont souffert plus ou moins gravement. Il retrace la mort de deux jeunes filles et dépeint un tel effroi parmi la population qu'elle alla camper dans les prés et dans les bois. La terre s'ouvrit à la cote Maldoyenne et « donna passage — dit-on — à des flammes d'une odeur désagréable ».

Les dégâts ne furent pas moindres dans les pays d'alentour ; ils furent estimés à 500,000 livres, le Roi accorda un secours immédiat de 6000 livres. Il y a eu plusieurs personnes tuées à Plombières et au Valdage. Les secousses se renouvelèrent les jours qui suivirent.

Les auteurs de l'époque indiquent comme sens de propagation : l'orient au couchant, ce qui est intéressant à noter pour nos conclusions.

Sur les séismes de 1684 et celui du 6 mars 1719, renseignements très imprécis (1). Mais à partir de 1735, les documents deviennent nombreux et nous fournissent matière à une étude très suivie (2).

(1) PERREY. Loc. cit.

(2) Pour les séismes qui suivent et qui ne renvoient à aucun texte bibliographique, la documentation a été prise dans l'ouvrage important de F. de Montessus de Ballore : *Les Tremblements de terre. Géographie sismologique*. Paris, A. Colin, 1906, et les publications de Perrey : *Bibliographie sismique. Catalogue de livres, mémoires et notes sur les tremblements de terre et les phénomènes volcaniques. Mémoires de l'Académie de Dijon* (2), LV, 1833, p. 1-112, p. 183-253 ; XIII, 1863, p. 33-102.

1755. — 10 juin, 9 heures du soir. — Remiremont : secousse locale, accompagnée de bruits qui jetèrent l'épouvante (1).
1755. — 9 décembre. } Remiremont. A la dernière date,
1756. — 18 février. } vers 5 heures 30 du matin, vio-
1757. — 6 et 18 janvier. } lent tremblement.
1780. — 31 octobre. — Séisme à origine dijonnaise, qui s'est poursuivie vers Vesoul et vers Bourbonne-les-Bains.
1783. — 6 juillet. — Séisme à origine dijonnaise encore, propagé jusque Verdun au nord.
1784. — 29 novembre, 10 heures du soir. — Bruits et secousses de quelques secondes, enregistrées à Remiremont et surtout Neufchâteau, Clefmont. Le Dauphiné, la Savoie, la Suisse occidentale, la Haute-Alsace furent aussi ébranlés.
- Un renouvellement se produisit le 5 décembre, affectant seulement la région de Neufchâteau (Bourlémont, Rouceux, Noncourt, Bazoilles, Goncourt, Saint-Blin).
1805. — 12 mai, 10 heures du matin. — Remiremont : bruits et secousses nord-est - sud-ouest.
1809. — 8 juin, 3 heures du soir. — Remiremont : après un violent orage, secousses de plusieurs secondes.
1810. — 10 et 16 mars. — Séisme de Dijon à Bourbonne-les-Bains, par Is-sur-Tille, Selongey, Langres.
1821. — 7 octobre, 1 heure 30 du soir. — Épinal, Bains-les-Bains, Xertigny, Plombières, Remiremont : bruits sourds avec déchirements brusques semblant se propager à la surface du sol. Durée : 30 secondes ; toutes les vitres furent brisées.
1822. — 19 février, 9 heures du matin. — Remiremont : secousses de quelques secondes.
1828. — 23 février. — Tremblements à Longuyon, Conflans, l'Est de Toul.

(1) BERGEROT. Institutions Municipales de Remiremont.

1829. — 7 août, 3 heures du matin. — Ébranlement vosgien: Sainte-Marie-aux-Mines comme centre, très violent à Saint-Dié. Direction nord-est-sud-ouest, de Strasbourg à Belfort.
1831. — Nuit du 29 au 30 janvier. — Secousse de Remiremont et Gérardmer à Saint-Dié (sud-ouest - nord-est). Personnes projetées hors des lits, toitures effondrées.
1843. — 28 mars. — Tremblement à Lunéville. Maisons effondrées et crevasses.
1850. — 4 octobre. — Secousses à Fays-Billot, Plombières et Bussières.
1851. — 12 juillet. — Tremblement violent avec Remiremont comme centre : Châtel-sur-Moselle, Épinal, Bains-les-Bains, Plombières, Luxeuil-les-Bains, Corcieux furent affectés (1).
- 16 octobre. — Ébranlement léger dans les Vosges méridionales (2).
1855. — 25 juillet. — Grande secousse générale, partie de la Suisse, près des Sources du Rhône (3). Elle s'est propagée en France jusqu'à une ligne passant par Lyon, Dijon, Troyes, Verdun, Metz.
1858. — 16 octobre. — Remiremont : cinq fortes secousses avec roulement de tonnerre. Direction nord-sud. Au Saut de la Cuve, chalets lézardés et arbres déracinés.
1859. — 6 avril. — Secousses est-ouest à Plombières et Bourbonne.
1861. — 26 mars. }
 — 12 avril. } Tremblements dans la région de Bourbonne,
 — 25 mai. } sur un rayon de 15 kilomètres (4).

(1) P. LAURENT. Sur un Tremblement de terre ressenti dans les Vosges, le 12 juillet 1851. *Compte rendu de l'Académie des Sciences*, XXXIII, p. 69.

(2) P. LAURENT. Tremblement de terre ressenti dans les Vosges, le 16 octobre. *Compte rendu de l'Académie des Sciences*, XLVII, p. 669.

(3) A. FAVRE. Mémoire sur les tremblements de terre ressentis en 1855. *Bibliographie Universitaire*, Genève, 1856, p. 59, 1 carte.

(4) CABROL et TAMISIER. Relation des tremblements de terre ressentis à

1862. — 17 avril. — Séisme affectant la même région et plus particulièrement le nord-ouest vers Martigny jusqu'à une ligne allant de Chaumont à Mirecourt. Ressenti également à Dijon (1).
- 19 juillet. — Répliques à Bourbonne et Fays-Billot.
1863. — 15 juillet. — Répliques à Bourbonne et Fays-Billot.
- 4 octobre. — Secousse à Lure et environs.
1873. — 31 octobre. — Petit séisme à Nancy, Varangéville, Saint-Nicolas, Dombasle-sur-Meurthe.
1879. — 17 septembre. — Tremblement anodin à Neufchâteau et sa région sud.
1882. — 13 septembre. — Activité sismique dans les Vosges : Remiremont comme centre. Secousses assez violentes à Plombières et au Thillot.
1884. — 28 novembre. — Secousses à Bourbonne et le sud de la Haute-Marne.
1885. — 11 novembre. — Séisme à Vittel, Contrexéville, Martigny. Direction sud-ouest - nord-est.
1888. — 14 avril. — Tremblement en Haute-Marne : Danrémont, Meuse-Montigny.
1891. — 17 février. — Violentes secousses de plusieurs secondes dans les Vosges, Saint-Dié comme centre ; localités les plus affectées : Provenchères, Fraize, Gerbépal, Arnould, Corcieux.
1903. — 6 août. — Secousses ressenties à Bussang, Saint-Maurice, Rupt-sur-Moselle, Le Thillot.

Bourbonne-les-Bains, du 26 mars au 25 mai 1861. *Annales de la Société Météorologique de France*, IX, 1861, p. 143.

DELAISSEMENT. Sur les tremblements de terre de Bourbonne en 1861. *Mémoire de l'Académie, Institut Belles Lettres et Arts de Lyon*, 1869, p. 22, 1 carte.

(1) PERREY. Sur un léger tremblement de terre, senti à Dijon et les départements voisins, le 17 avril 1862, vers 8 heures 10. *Compte rendu de l'Académie des Sciences*, LIV, 1862: p. 923-926.

1911. — 16 novembre (1). — Grand séisme suisse qui s'est étendu vers l'est et le nord jusqu'à une ligne passant par Lyon, Dijon, Bar-sur-Seine, Verdun, Mayence. En Lorraine, il atteint son maximum dans les arrondissements de Remiremont et de Saint-Dié ; à 21 heures 26 minutes 58 secondes, des oscillations très petites ont été enregistrées (3 ou 4 par seconde). Une minute après, commencèrent de grandes oscillations, dont l'amplitude totale, sur le tracé, fût de 20 centimètres au sismographe. Des objets ont été renversés, des meubles ébranlés. A Rupt-sur-Moselle, le tremblement fut très violent causant quelques dégâts.

De cette statistique une conclusion importante s'impose.

Le *Journal des Savants* du XVII^e siècle voyait dans ces tremblements de terre, un simple ébranlement du sol, dû aux pluies d'hiver et de printemps. Celle-ci causeraient dans les entrailles de la terre « des ruines et des écroulements qui donneraient occasion aux trembleterres par la violente agitation et compression de l'air contenu dans ces mines naturelles » (2). Un autre auteur (3), ajoute qu'il y a une infinité de conduits souterrains, où l'air qui y est enfermé vient à s'échauffer et se raréfier extraordinairement sous l'action du feu central. Il produirait alors par son agitation « ces mouvements épouvantables en cherchant une sortie pour s'évaporer ».

En 1911, M. LEMOINE (4) a montré que toutes les fois qu'on peut étudier un tremblement de terre bien localisé, son épicycle coïncide avec les abaissements d'axes tectoniques, les bords des aires d'ennoyage des plis.

Or, au point de vue géologique, il apparaît nettement que les secousses lorraines sont localisées dans la région sise entre le Morvan et les Vosges, et surtout vers les extrémités libres du Massif Vosgien.

(1) A. ANGOT. Le tremblement de terre du 16 novembre 1911. *Compte rendu de l'Académie des Sciences*, CLIII, 20 novembre 1911, p. 1045-1046.

ROTHÉ. Le tremblement de terre du 16 novembre 1911. *Compte rendu de l'Académie des Sciences*, CLIII, 4 décembre 1911, p. 1192.

Industriel Vosgien du 19 novembre 1911.

(2) *Journal des Savants*, 1^{er} juin 1862 : M. GRILLON.

(3) *Journal des Savants*, 1^{er} juin 1862 : M. PANTHOT.

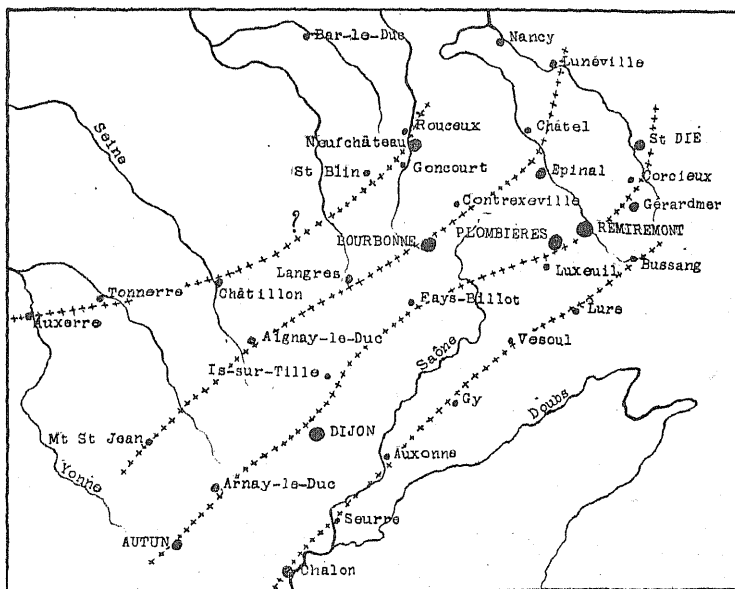
(4) P. LEMOINE. Loc. cit.

Les séries de petits séismes se complètent les uns les autres dans des directions sud-ouest-nord-est, ou vice versa, et coïncident bien avec des lignes tectoniques reliant les Vosges au Morvan.

Ces lignes sismiques sont les suivantes :

La *première* relie la région de Nancy-Lunéville à Mont-Saint-Jean, par Châtel-sur-Moselle, Épinal, Contrexéville, Bourbonne, Langres, Aignay-le-Duc.

La *seconde*, plus importante, qui se trouve voisine d'une série de



CARTE DES LIGNES SISMIQUES RELIANT LES VOSGES AU MORVAN

pointements de roches anciennes (éruptives et métamorphiques), constituant l'axe anticlinal de la Côte d'Or, passe par Saint-Dié, Corcieux, Gérardmer, Remiremont, Plombières, Luxeuil, Fays-Billot, Is-sur-Tille, Dijon ; de là, vers Arnay-le-Duc et Autun.

La *troisième*, longe les premiers plissements du Jura, après le seuil de Belfort, joignant Bussang à Chalon-sur-Saône, par Lure, Vesoul, Gy, Auxonne, Seurre.

Au nord-ouest de ces lignes tectoniques, la région de Neufchâteau seule paraît avoir une sismicité propre, ou serait en liaison lointaine avec le flanc nord de l'anticlinal des Riceys, par Goncourt, Saint-Blin, Bar-sur-Seine, Tonnerre, Auxerre.

En terminant, disons que ces centres suivent la loi de propagation des secousses : leur action est déclanchée parfois par d'autres tremblements de terre, quand ceux-ci possèdent une oscillation qui leur convient. Comme exemples, on peut citer le séisme de 1784, qui affecta la Suisse, la Savoie et qui eut sa répercussion à Remiremont. et Neufchâteau ; celui de 1855, d'origine alpine, qui se transmet à tous les centres lorrains ; celui de 1911, le dernier enregistré et qui fut particulièrement bien étudié.

(Société des Sciences de Nancy).

15 Novembre 1922,



BUREAU ET CONSEIL D'ADMINISTRATION

pendant l'année 1922

Bureau	}	<i>Président</i>	MM. GUTTON.
		<i>Vice-Président</i>	JOLY.
		<i>Secrétaire général</i>	GRÉLOT.
		<i>Secrétaire annuel</i>	LASSEUR.
		<i>Trésorier</i>	GOURY.
		<i>Administrateurs</i>	} Dr GROSS. LE MONNIER.
<i>Secrétaire général honoraire</i>	NICOLAS. MILLOT.		

Liste des Membres composant la Société des Sciences arrêtée le 31 décembre 1922

1^o Membres titulaires

Inscrits par rang d'ancienneté

MM.

- 16 Décembre 1868. GROSS (Dr), O ✱, doyen honoraire de la Faculté de Médecine de Nancy, 19, rue Isabey.
- 18 Juin 1877. LE MONNIER, ✱, professeur honoraire à la Faculté des Sciences de Nancy, 19, rue Montesquieu.
- 16 Janvier 1881. DUMONT, docteur en droit, bibliothécaire en retraite de la Bibliothèque Universitaire, 92, rue du Montet.
- 1^{er} Mars 1882. ANDRÉ, architecte à Nancy, 12, rue d'Alliance.
- 2 Juin 1882. BLONDLOT, O ✱, correspondant de l'Institut, professeur honoraire à la Faculté des Sciences de Nancy, 16, quai Claude-le-Lorrain.
- 1^{er} Décembre 1882. HENRY, ✱, ancien sous-directeur et ancien professeur à l'Ecole nationale des Eaux et Forêts à Nancy, 4, rue de la Source.
- 1^{er} Décembre 1882. VUILLEMIN, (Dr), professeur d'histoire naturelle médicale à la Faculté de Médecine de Nancy, 16, rue d'Amance, à Malzéville.
- 17 Mai 1883. MILLOT, ancien lieutenant de vaisseau, chargé de cours honoraire à la Faculté des Sciences de Nancy, 7, place Saint-Jean.

- 16 Janvier 1885... GUNTZ, ✂, correspondant de l'Institut, professeur de chimie minérale à la Faculté des Sciences de Nancy, 9, rue Hermite.
- 1^{er} Mars 1887... MONAL, pharmacien, ancien chef des travaux chimiques à la Faculté des Sciences de Nancy, 66, rue Charles III.
- 20 Février 1888... KNEPPLER (Dr), ancien chef de clinique à la Faculté de Médecine de Nancy, 43, faubourg Saint-Georges.
- 14 Janvier 1889... WOELFLIN, ✂, capitaine du génie démissionnaire, 2, rue Hermite, à Nancy.
- 3 Février 1890... GUYOT, ✂, professeur de chimie appliquée à la teinture et à l'impression à la Faculté des Sciences de Nancy.
- 3 Février 1890... MINGUIN, professeur de chimie (P. C. N.) à la Faculté des Sciences de Nancy, 31, rue Sellier.
- 3 Février 1890... DOREZ, pharmacien de 1^{re} classe à Nancy, 2, rue des Quatre-Églises.
- 1^{er} Mai 1892... IMBEAUX (Dr), O ✂, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, professeur à l'École nationale des ponts et chaussées, docteur en Médecine 18, rue Émile-Gallé.
- 1^{er} Mars 1895... GRÉLOT, ✂, professeur de pharmacie galénique à la Faculté de Pharmacie, Villa Marguerite, rue Colonel-Ronard.
- 1^{er} Février 1897... MICHAUX, ✂, ingénieur des Ponts et Chaussées, Sénateur de Meurthe-et-Moselle, 49, rue Hermite à Nancy.
- 16 Janvier 1899... GUYOT (Ch.), O ✂, ancien directeur de l'École nationale des Eaux et Forêts, secrétaire perpétuel de l'Académie de Stanislas, 2 bis, rue de la Graille, à Nancy.
- 2 Février 1899... MAIRE, professeur à la Faculté des Sciences d'Alger
- 1^{er} Mars 1900... MEYER (Dr), O ✂, doyen et professeur de physiologie à la Faculté de Médecine de Nancy, 44, rue de Rigny.
- 1^{er} Mars 1900... CHEVALLIER, licencié ès Sciences, préparateur de minéralogie à la Faculté des Sciences, de Nancy, rue Sellier.
- 1^{er} Juin 1900... GOURY, avocat, docteur en droit, 5, rue des Tiercelins à Nancy.
- 1^{er} Mars 1901... GIRARDET, professeur agrégé libre à la Faculté de pharmacie de Nancy, 6, rue de la Côte.
- 15 Mai 1902... JOLY, chargé d'un cours magistral à la Faculté des Sciences de Nancy, 53, boulevard d'Alsace-Lorraine.
- 15 Janvier 1903... BRUNTZ (Dr), ✂, doyen et professeur de matière médicale à la Faculté de Pharmacie de Nancy, 13, avenue de France.
- 15 Juin 1903... NOEL, ancien élève de l'École normale supérieure, professeur au Collège d'Altkirch.
- 1^{er} Mars 1906... GUTTON, ✂, professeur de physique à la Faculté des Sciences de Nancy, 7, rue de l'Oratoire.

- 1^{er} Mars 1906 VOGT, ✂, directeur de l'Institut électrotechnique et de mécanique appliquée, professeur de mécanique appliquée à la Faculté des Sciences de Nancy, 19, rue du Grand-Verger.
- 1^{er} Mars 1906 ENGEL, pharmacien de 1^{re} classe à Tucquegnieux (Meurthe-et-Moselle).
- 15 Mai 1907 HUFFEL, ✂, sous-directeur et professeur de Sciences forestières à l'école nationale des Eaux et Forêts, 21, rue des Bégonias, à Nancy.
- 1^{er} Février 1908 . . . THIRIET, ✂, Docteur en pharmacie, droguiste, 26, rue des Ponts, à Nancy.
- 2 Mars 1908 ANGEL (Dr) ✂, professeur d'anatomie à la Faculté de Médecine de Strasbourg.
- 2 Mars 1908 BOUIN (Dr), ✂, professeur d'histologie à la Faculté de Médecine de Strasbourg.
- 15 Janvier 1910 . . . GAIN, professeur de botanique à la Faculté des Sciences de Nancy, directeur de l'Institut agricole et colonial, 9, rue de l'Oratoire.
- 15 Février 1910 . . . GUINIER, ✂, directeur et professeur à l'Ecole nationale des Eaux et Forêts, 12, rue Girardet, à Nancy.
- 1^{er} Avril 1911 SPILLMAN (Dr Louis), ✂, professeur à la Faculté de Médecine de Nancy, 14, rue Saint-Léon.
- 1^{er} Juin 1911 COUÉ, pharmacien de 1^{re} classe, 186, rue Jeanne-d'Arc, à Nancy.
- 15 Juin 1911 LASSEUR, professeur de microbiologie à la Faculté de Pharmacie de Nancy, 5, rue de Solignac.
- 14 Décembre 1911. PÉTELOT professeur au Lycée d'Hanoï, 4, rue Do-Hui-Vi.
- 15 Janvier 1912 . . . HUBERT DE SAINT-VINCENT, (le Chanoine), 7, rue Mazagran, à Nancy.
- 15 Janvier 1912 . . . GUILLEMIN (Dr), C. ✂, Médecin principal de l'armée en retraite, 24, rue Grandville. (Correspondant du 14 Janvier 1889).
- 29 Juillet 1912 . . . COMPAGNIE LORRAINE D'ELECTRICITÉ, 62-64, rue du faubourg Stanislas, à Nancy.
- 29 Juillet 1912 . . . SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES ÉTABLISSEMENTS DE TONNELLERIE MÉCANIQUE AD. FRUHINSHOLZ, 68, faubourg Saint-Georges, à Nancy.
- 29 Juillet 1912 . . . SOCIÉTÉ SOLVAY ET C^{ie}, à Varangéville-Dombasle (Meurthe-et-Moselle).
- 29 Juillet 1912 . . . SOCIÉTÉ ANONYME DES MINES DE SEL GEMME ET SALINES DE BOSSERVILLE, à Laneuveville-devant-Nancy.
- 29 Juillet 1912 . . . MAISON DES MAGASINS RÉUNIS, 8, rue Mazagran, à Nancy.
- 15 Décembre 1912. NICOLAS, commis-greffier au Tribunal de 1^{re} instance de Nancy, 31, rue Santifontaine, à Nancy.
- 15 Décembre 1912. BLANCHISSERIE ET TEINTURERIE DE THAON (Vosges).
- 15 Février 1913 . . . THIÉRY (Paul), ingénieur-géologue, 2, rue de Scarponne, à Pont-à-Mousson.

- 1^{er} Mars 1913 KLEIN (Dr), 4, boulevard extérieur, à Luxembourg.
- 16 Juin 1919 FABER (G.), directeur de l'École Industrielle et Commerciale de Luxembourg.
- 20 Février 1920 GODFRIN (Louis), pharmacien de 4^{me} classe, 35, rue Saint-Dizier, à Nancy.
- 20 Février 1920 GARNIER (Émile), sous-directeur de l'École supérieure de la Métallurgie et de l'Industrie des Mines, 8, rue de la Monnaie, à Nancy.
- 15 Janvier 1921 LEMASSON, ancien principal de Collège, avenue Sainte-Anne, à Laxou.
- 15 Janvier 1921 SEYOR, ✕, professeur d'histoire naturelle à la Faculté de Pharmacie de Nancy, 2, rue Bergnier.
- 15 Février 1921 LEAU (L.), professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, 8, rue Montesquieu.
- 15 Février 1921 DARMOIS (G.), professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, 42, rue des Quatre-Églises.
- 17 Mai 1921 PASTUREAU, ✕, professeur de pharmacie chimique à la Faculté de Pharmacie de Nancy.
- 16 Janvier 1922 MOREAU, chargé de cours à la Faculté des Sciences de Nancy, 63, rue du Faubourg-Saint-Jean.
- 16 Janvier 1922 GARDET, commis à l'Inspection Académique de Nancy.
- 16 Mars 1922 HUSSON, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, 407 bis, rue Isabey.
- 15 Mai 1922 CORROY, préparateur-adjoint de géologie à la Faculté des Sciences de Nancy, 94, rue de Strasbourg.
- 15 Janvier 1922 WATRIN (Dr), ✕, chef des travaux histologiques à la Faculté de Médecine de Nancy, 133, rue Saint-Dizier.
- 15 Janvier 1922 THIÉBAUT, chargé d'un cours de géologie appliquée à l'Institut de Géologie de Nancy, 2, rue de Thionville.
- 15 Janvier 1922 ROBERT (Dr), professeur agrégé de chimie à la Faculté de Médecine de Nancy, 20, avenue de la Garenne.
- 15 Janvier 1922 SIMONIN (Dr), chef des travaux pratiques à la Faculté de Médecine de Nancy, 22, rue Victor-Hugo.
- 15 Janvier 1922 HIRTSMANN (Dr), ✕, chef de laboratoire à la Faculté de Médecine de Nancy, 35, rue de la Source.
- 30 Juin 1922 MATHIEU (Dr), professeur agrégé de Physiologie à la Faculté de Médecine de Nancy, 38, place de la Carrière.

2° Membres associés

Inscrits par ordre alphabétique


- 2 Juin 1910 BERTRAND, ✕, correspondant de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences de Lille, 18, boulevard Montebello, à Lille.
- 15 Juin 1908 GONNEVILLE (DE), ✕, chef d'escadron de cavalerie, 33, cours Léopold, à Nancy.

- 1^{er} Mars 1886 GOUY DE BELLOQ, ancien officier d'état-major à Nancy, 3, rue d'Alliance.
 1^{er} Mars 1904 GRANDVAL, professeur honoraire à l'École Préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Reims (Marne).
 2 Mars 1888 MONTJOIE (DE), propriétaire au Château de l'Asnée, à Villers-les-Nancy.
 1^{er} Mars 1887 REEB, pharmacien à Strasbourg.
 2 Juin 1899 VIARD (le Baron), archéologue à Nancy, 2, rue de la Monnaie.

3° *Membres correspondants*

Inscrits par ordre alphabétique

- 14 Janvier 1890 . . . BAGNÉRIS (D^r), ancien professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Nancy, professeur de physique médicale à l'École Préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Reims, 18, rue Thiers (membre titulaire du 13 janvier 1884).
 1^{er} Février 1892 . . . BARTEY, conservateur des Eaux et Forêts à Mâcon (Saône-et-Loire) (membre titulaire du 2 mars 1888).
 1^{er} Janvier 1894 . . . BARTHELEMY, archéologue, 2, place Sully, à Maison-Lafitte (Seine-et-Oise) (membre titulaire du 16 janvier 1888).
 15 Novembre 1882. BRILLOUIN, professeur au Collège de France et Maître de Conférence à l'École Normale Supérieure, 31, boulevard Port-Royal, à Paris (13^e) (membre titulaire du 16 janvier 1881).
 15 Novembre 1881. COLLIGNON (D^r), médecin-major de 1^{re} classe en retraite, à Jaulny (Meurthe-et-Moselle) (membre titulaire du 9 juin 1879).
 5 Mai 1875 ENGEL (D^r), professeur de chimie analytique à l'École Centrale des Arts et Manufactures, à Paris.
 1^{er} Décembre 1881. FIESSINGER (D^r), docteur en médecine à Oyonnax (Ain).
 1^{er} Février 1900 . . . GUIMARAËS (Rodolphe), officier du génie, à Libourne (Portugal).
 8 Décembre 1879. JOURDAIN, ancien professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, à Portbail (Manche) (membre titulaire en 1877).
 2 Décembre 1889. KOEHLER, ✱, professeur de zoologie à la Faculté des Sciences de Lyon (membre titulaire du 2 février 1880).
 16 Novembre 1903. MAILLARD, professeur agrégé de chimie à la Faculté de Médecine d'Alger (titulaire du 15 décembre 1899).
 15 Novembre 1881. MANGIN, O ✱, directeur du Museum d'Histoire Naturelle (membre titulaire du 24 novembre 1879).
 1^{er} Décembre 1909. MEUNIER (Stanislas), O ✱, professeur de géologie au Museum d'Histoire Naturelle, 3, quai Voltaire, à Paris (7^e).

- 15 Novembre 1907. NICOLAS, professeur d'anatomie à la Faculté de Médecine de Paris, 7, rue Nicole (5^e) (membre titulaire du 16 février 1887).
- 15 Mai 1889..... PÉROU, , astronome physicien à l'observatoire d'Astronomie physique de Meudon, 16, avenue de Bugeaud, à Paris (16^e) (membre titulaire du 1^{er} juin 1886).
- 1^{er} Décembre 1899. REBER, pharmacien honoraire à Genève (Suisse).
- 15 Décembre 1890. THOUVENIN, professeur de pharmacie et matière médicale à l'École préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Besançon (membre titulaire du 1^{er} mars 1883).



SOCIÉTÉS CORRESPONDANTES

DÉCEMBRE 1922

Sociétés françaises

- AMIENS. — Société linnéenne du Nord de la France (21, rue de Noyon).
— Société industrielle.
- ANGERS. — Société d'études scientifiques.
— Société industrielle et agricole (17, rue Saint-Blaise).
- ARCACHON. — Société scientifique.
- AUTUN. — Société des Sciences naturelles.
- BELFORT. — Société Belfortaine d'émulation.
- BESANÇON. — Société d'émulation du Doubs (Palais Granvelle).
— Société d'histoire naturelle.
- BESSE. — Société limnologique.
- BÉZIERS. — Société d'études des Sciences naturelles (au Muséum, place des Halles).
- BORDEAUX. — Société linnéenne.
— Société des Sciences physiques et naturelles.
- BOURG. — Société d'émulation et d'agriculture.
— Société des naturalistes de l'Ain.
- CAEN. — Académie nationale des Sciences, Arts et Belles-Lettres.
— Société linnéenne de Normandie.
- CARCASSONNE. — Société d'études scientifiques de l'Aude.
- COLMAR. — Société d'histoire naturelle.
- CHALON-SUR-SAÔNE. — Société des Sciences naturelles de Saône-et-Loire.
- CHARLEVILLE. — Société d'histoire naturelle des Ardennes.
- CHAUMONT. — Société d'histoire naturelle et de paléontologie de la Haute-Marne.
- CHERBOURG. — Société nationale des Sciences naturelles.
- ÉPINAL. — Société d'émulation du département des Vosges.
- ÉVREUX. — Société libre d'agriculture, Sciences, Arts et Belles-Lettres de l'Eure.
- GRAY. — Société grayloise d'émulation.
- GUÉRET. — Société des Sciences naturelles et archéologiques de la Creuse.
- HAVRE (LE). — Société géologique de Normandie.
- LANGRES. — Société des Sciences naturelles de la Haute-Marne.
- LAVAL. — Mayenne-Sciences.
- LEVALLOIS-PERRET. — Association des naturalistes.
- LYON. — Société linnéenne (1, quai de la Guillotière).
— Société botanique (8, Cours Gambetta).
- MACON. — Société d'histoire naturelle.
- MARSEILLE. — Société scientifique industrielle,
— Annales de la Faculté des Sciences..

- METZ. — Société d'histoire naturelle.
- MONTAUBAN. — Académie des Sciences, Lettres et Arts du Tarn-et-Garonne.
- MONTBÉLIARD. — Société d'émulation.
- MONTMÉDY. — Société des naturalistes et archéologues du Nord de la Meuse.
- MONTPELLIER. — Académie des Sciences et Lettres (Section des Sciences).
- NANCY. — Académie de Stanislas.
- Société de Médecine.
 - Société de Géographie de l'Est.
 - Commission météorologique du département de Meurthe-et-Moselle.
 - Société lorraine de photographie.
 - Société industrielle de l'Est.
- NANTES. — Société des Sciences naturelles de l'ouest de la France.
- NIMES. — Société d'études des Sciences naturelles.
- NIORT. — Société de vulgarisation des Sciences naturelles des Deux-Sèvres.
- PAMPROUX (Deux-Sèvres). — Société régionale de botanique.
- PARIS. — Académie des Sciences, 23, quai de Conti, (Institut).
- Académie française pour l'avancement des Sciences.
 - Laboratoire d'essais du Conservatoire des arts et métiers.
 - La Feuille des jeunes Naturalistes.
 - Muséum d'histoire naturelle (Jardin des Plantes).
 - Bibliothèque universitaire de la Sorbonne.
- PERPIGNAN. — Société agricole, Scientifique et littéraire des Pyrénées Orientales.
- REIMS. — Société des Sciences naturelles.
- RENNES. — Station entomologique de la Faculté des Sciences (Insecta), Revue illustrée d'entomologie.
- ROUEN. — Société des Amis des Sciences naturelles.
- SAINT-DIÉ. — Société philomatique vosgienne.
- TOULOUSE. — Académie des Sciences, Inscriptions, Arts et Belles-Lettres (26, Port-Saint-Etienne).
- Université (2, rue de l'Université)
 - Société d'histoire naturelle.
- TOURS. — Société d'agriculture, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département d'Indre-et-Loire.
- VERDUN. — Société philomatique de Verdun.
- VERSAILLES. — Société des Sciences naturelles et médicales de Seine-et-Oise.
- VITRY-LE-FRANÇOIS. — Société des Sciences et Arts.

Sociétés étrangères

- ACIREALE. — Academia di Scienze, lettere ed arti degli zelanti.
- ALBUQUERQUE. — University of New Mexico.
- AMSTERDAM. — Koninklijke Akademie der Wetenschappen (Académie royale des Sciences).
- ANN ARBOR. — University of Michigan.
- BALE. — Naturforschende Gesellschaft.

- BATAVIA. — Koninklijke natuurkundige vereeniging in Nedert-Indië (Wetlevreden), Indes orient. néerland.
- BELLINZONA (Suisse). — Societa ticinense di Scienze naturali.
- BERGEN. — Bergens museum Aarvog.
- BERNE. — Naturforschende Gesellschaft (Kesslergasse, 41).
— Schweizerische naturforschende Gesellschaft (Stadt der Bibliothek).
- BOSTON. (Massachussets). — Amerikan Academy of Arts und Sciences.
- BRUXELLES. — Académie royale des Sciences, Lettres et Beaux-Arts de Belgique.
— Société royale de botanique de Belgique.
- BUCAREST. — Institut météorologique de Roumanie.
- BUENOS-AYRES. — Museo nacional (Casilla del Correo, 170).
- CHICAGO. — Field Museum of Natural History.
- CINCINNATI. — Lloyd library of botany, pharmacy and materia medica, 309. W. Court Street.
- COÏMBRE. — Sociedade Broteriana (Jardin botanique).
- COIRE. — Naturforschende Gesellschaft Graubündens.
- COLUMBUS (Ohio). — Ohio State University.
- COPENHAGUE. — Kongelige danske videnskabernes selskabs (Académie royale danoise des Sciences).
- CRACOVIE. — Académie des Sciences.
- DEVONPORT. — Academy of Sciences.
- FLORENCE. — R. Stazione di entomologia agraria.
- FRAUENFELD. — Thurgauische naturforschende Gesellschaft.
- FRIBOURG (Suisse). — Société fribourgeoise des Sciences naturelles.
- GÈNES. — Societa ligustica di Scienze naturali e geografiche.
- GENÈVE. — Jardin botanique.
— Société de physique et d'histoire naturelle.
- GOTHEMBOURG. — Kungl. Vetenskaps och Vittershets Saumballes handlingar.
- GRANDVILLE (Ohio). — Denison scientific Association.
- HALIFAX. — Institute of natural Science.
- HARLEM. — Société hollandaise des Sciences (Spearne, 17).
- HELSINGFORDS. — Vetenskaps Societetens af Finska (Société pour la faune et la flore de Finlande).
— Sällskapet pro Fauna et Flora fennica.
— Geografiska foreningen i Finland.
- KANSAS. — Kansas University quaterly.
- LAUSANNE. — Société vaudoise des Sciences naturelles (Ecole de chimie).
- LEYDE. — Mededeelingen van s' Rijks Herbarium.
- LIÈGE. — Société géologique de Belgique.
— Société royale des Sciences.
- LIVERPOOL. — Biological Society.
- LOUVAIN. — Société scientifique de Bruxelles (11, rue des Récollets).
- LUCERNE. — Naturforschende Gesellschaft.
- LUGANO. — Societa ticinese di Scienze naturali.

- LUXEMBOURG. — Institut royal grand-ducal de Luxembourg (Section des Sciences naturelles et Mathématiques).
 — Société des Naturalistes luxembourgeois.
- MADISON. — Wisconsin Academy of Sciences, Arts, and Letters.
- MANCHESTER. — Literary and philosophical Society.
- MANILLE. — Ethnological Survey for the Philippines Islands.
- MÉRIDA. — Section météorologique de l'État du Yucatan (Mexique).
- MEXICO. — Sociedad científica Antonio Alzate (Palma, 15).
 — Institut de géologie (6 del Cyprés, 176).
 — Observatoire météorologique de Tacubaya.
 — Sociedad geologica mexicana (5 del Cyprés, No 2728).
- MILWAUKEE. — The public museum.
- MONTEVIDEO. — Museo de historia nacional.
- NAPLES. — Academia reale di Scienze morali e politiche.
 — Societa di naturalisti.
 — Annali di Neurologia.
 — Orto botanico della R. Universita (Bolletino dell').
- NEUFCHÂTEL. — Société des Sciences naturelles (Suisse).
 — Société neuchâteloise de Géographie.
- NEW-YORK. — Academy of Sciences.
 — New-York public library.
- OSBERLIN (Ohio). — The Oberlin College library.
- PHILADELPHIE. — Academy of natural Sciences of Philadelphia (Pensylvanie).
- PISE. — Societa toscana di Scienze naturali.
- PORTICI. — Amali della regia scuola superiori di Agricoltura.
- PORTO. — Academia polytechnica.
- PRAGUE. — Konigl.-Bohmische Gossellschaft der Wissenschaft in Prag.
 — Societas entomologica Bohemica.
- RIO DE JAENNEIRO. — Observatoire astronomique et Météorologique (Ministère de l'agriculture, Industrie, Commerce, Museo Nacional).
- ROME. — Academia reale dei Lincei.
 — Institut international d'agriculture.
 — R. Stazione chimico agraria sperimentale.
 — Societa Italiana per il progresso della Scienze (26 Via del Collegio Romano).
- SAINT-GALL. — Sankt-Gallische naturwissenschaftliche Gesellschaft.
- SAINT-LOUIS (Missouri). — Academy of Sciences.
 — Missouri botanical Garden.
- SAN-FRANCISCO. — Academy of Sciences of California.
- SASSARI. — Studi Sassari.
- SION (Suisse). — Société Murithienne du Valais.
- STOCKHOLM Kongl Svenska Vetenskaps Akademiens.
- TOLUCA (Mexique). — Service météorologique de l'État de Mexico.
- UPSAL. — Regia societas Scientarium Upsaliensis.
- URBANA (Illinois). — State laboratory of natural history.

- VIENNE. — Kaiserl. Konigl naturhistorisches Hofmuseum.
— Kaiserl. Konigl. Geologische und botanische Gesellschaft.
WASHINGTON (D. C. U. S. A.). — Smithsonian Institution.
— Bureau of Entology.
— Experiment station record.
WINTERTHUR. — Naturwissenschaftliche Gesellschaft.
ZAGRA. — Societas historico-naturalis croatica.
ZURICH. — Naturforschende Gesellschaft.



OUVRAGES REÇUS DEPUIS MARS 1920

- MOREAU. — *La Bibliothèque de Louvain*, 1 br. in-8°. Louvain, 1918.
- D^r LABAT. — *Climat et Eaux minérales d'Allemagne*, 1 br. in-8°. Paris 1902.
- *Villes d'hiver et Bains de Mer de la Corniche franco-italienne*, 1 br. in-8°. Paris 1898.
- COIN^t CELERIER. — *Laboratoire d'Essais, Résumé des travaux pendant la guerre*, 1 vol. in-8°. Paris, 1919.
- *Laboratoire d'Essais, Travaux sur Fabrication des Briques de Silice*, 1 vol. in-8°. Paris, 1918.
- MORELLO (José-Maria). — *Autographes*, 1 recueil in-4°. Mexico, 1918.
- MEUNIER (Stanislas). — *Les Glaciers et les Montagnes*, 1 vol. in-16°. Paris, 1920.
- LAVOISIER (A. L.). — *Mémoires sur la transpiration et la respiration des animaux*, 1 br. in-12°. Paris, 1920.
- HUYGHENS (Chr.). — *Traité de la lumière*, 1 vol. in-12°. Paris 1920.
- SPALLANZANI (L.). — *Observations et expériences faites sur les animalcules des infusoires*, 2 vol. in-12°. Paris 1920.
- VUILLEMIN (P.). — *Sur la prétendue position terminale des fleurs de pervenche* (Extrait du *Bulletin de la Société de Botanique de France*), 1 br. in-8°, Paris, 1920.
- *L'inflorescence de fuchsia coccinea*, 1 br. in-4°. Paris, 1920.
- ING. GAETANO IVALDI. — *La tesua eterca della luce, del Calore, dell elettricità secondo il metodo sperimentale*, 1 br. in-8°. Milan, 1921.
- JANET (Ch.). — *Note préliminaire sur l'orthobionte des characées*, 1 br. in-8°. Beauvais 1921.
- *Considérations sur l'être vivant. — II. L'Individu, la sexualité, la parthénogénèse et la mort au point de vue orthobiontique*, 1 vol. in-8°. Beauvais, 1921.
- ING. GAETINO IVALDI. — *Sul principio di proporziana lita pressioni d'urto ed energie di moto*, 1 br. gr^d in-8°, Bari, 1921.
- *Le leggi delle soluzioni dilnrite ed elettrolittiche secondo il metodo sperimentale*, 1 br. gr^d in-8°. Milano, 1922.
- 6 brochures de divers formats.

SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE NANCY

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

Séance du 15 Décembre 1922

Présidence de M. GUTTON

Correspondance. — MM. Guinier et Lasseur s'excusent de ne pouvoir assister à la séance.

La Société a reçu une demande d'abonnement au Bulletin, adressée par la Librairie Édouard Champion, 5, quai Malaquais, à Paris.

M. le Président fait part à la Société du décès de M. Loppinet, membre titulaire depuis 1901. Une notice nécrologique sera publiée dans le prochain Bulletin, par les soins de M. Guinier.

Présentation de deux nouveaux membres. — 1^o M. le D^r Lambert, Professeur à la Faculté de Médecine de Nancy, présenté par MM. Brunz et Grélot; 2^o M. Emerique, ancien négociant, présenté par MM. Lemasson et Grélot. MM. Grélot et Lemasson feront les rapports d'usage dans la prochaine séance.

Élections. — Nombre de votants : 48.

M. Guinier, Directeur de l'École nationale des Eaux et Forêts, à Nancy, est élu Vice-Président, pour l'année 1923, par 18 voix.

M. le D^r Simonin, chef des Travaux pratiques à la Faculté de Médecine de Nancy, est élu Secrétaire annuel par 17 voix.

Les pouvoirs du Secrétaire général sont renouvelés pour une période de trois ans par 17 voix.

Communications

1^o M. Husson : « *Le vol sans moteur* ».

Dans une première partie, le conférencier résume d'une façon rapide les notions sur le vol d'un avion et la descente en vol plané et en air calme.

Il indique ensuite l'état des connaissances actuelles sur l'étude du vent en vue de l'explication du vol à voile des oiseaux et de la réalisation du vol sans moteur, vents ascendants réguliers provoqués dans les vallées par les obstacles naturels, par les falaises du bord de la mer, par les courants de convection amenés par les changements de température; vents tourbillonnaires ou rafales.

Le vol à voile, dans un vent ascendant, s'explique d'une façon intuitive par comparaison avec la descente planée d'un avion. et on caractérise facilement les conditions de construction d'une aviette, les analogies et les différences essentielles avec un avion.

Les résultats obtenus dans les concours récents, à Combegrasse, à la Rochu et à Iford, sont analysés ainsi que les premiers essais d'utilisation des rafales.

L'intérêt puissant du vol à voile est ensuite mis en pleine lumière : sport, progrès de construction, formation du pilote et augmentation de la sécurité dans l'aviation, réalisation de l'avion modeste et économique, avec moteur de quelques chevaux.

Le conférencier termine en évoquant les faits essentiels des débuts de l'aviation, les comparant aux résultats merveilleux et innattendus des premiers vols d'aviettes, justifie l'enthousiasme et les espérances de l'époque actuelle pour le vol sans moteur.

2^o M. LEMASSON : « Présence probable de *Helix serpentina* Fer. à Nancy ». M. Lemasson présente à la Société deux exemplaires de coquilles vides d'*Helix serpentina* qu'il a trouvées en forêt, aux environs de Nancy. Cette espèce, qui appartient au Midi de la France et à la Corse, n'a pas encore été signalée en Lorraine.

Le Secrétaire général,

P. GRÉLOT.

Séance du 17 Janvier 1923

Présidence de M. JOLY, Président

M. JOLY, nouveau président entrant en fonctions, exprime ses remerciements et forme des vœux pour la prospérité de la Société des Sciences, espérant voir s'accroître en particulier le nombre des conférences publiques faites sous ses auspices et se développer la publication de ses travaux.

Correspondance. — M. Lasseur s'excuse de ne point assister à la séance. M. le Président lui adresse les félicitations de la Société à l'occasion de sa récente nomination de Professeur de Microbiologie à la Faculté de Pharmacie.

M. Ridzewski, de l'Institut de Géologie de Vilano, demande à la Société de lui procurer l'ouvrage de FLICHE sur la *Flore du Trias en Lorraine*.

Candidatures. — Sont prises en considération les candidatures suivantes :

MM. P. Remy, présenté par MM. Corroy et Joly ; rapporteur, M. Corroy.

J. Peltier, présenté par MM. Vogt et Corroy ; rapporteur, M. Vogt.

A. Gérardin, présenté par MM. Vogt et Darmoy ; rapporteur, M. Vogt.

Élections. — Après rapport de M. Grélot sur la candidature de M. Lambert, de M. Lemasson sur la candidature de M. Emérique, sont élus membres de la Société :

M. le Professeur Lambert par 19 voix sur 19 votants.

M. Emérique, par 18 voix sur 19 votants.

Compte rendu financier. — M. Goury, Trésorier, donne lecture du compte rendu financier de l'année, approuvé avec félicitations unanimes. La Société émet le vœu que soit rétablie la subvention annuellement accordée par le Conseil Général et donne mandat à M. le Président de porter en temps opportun la question devant cette assemblée.

Communication

M. le Professeur VUILLEMIN : « *Pasteur et la biologie générale* ».

En un mémoire d'une remarquable élévation de pensée, M. le Professeur Vuillemin fait l'éloge de *Pasteur*, retraçant dans ses lignes principales l'évolution, si féconde pour la biologie et la médecine, des travaux du savant, et montrant sous la grande diversité de formes de son activité l'harmonieuse unité du génie.

La motion suivante est votée à l'unanimité :

« La Société des Sciences de Nancy (ancienne Société des Sciences Naturelles de Strasbourg), qui eut pendant plus de quarante-cinq ans (1850-1895), l'insigne honneur de compter *Pasteur* au nombre de ses membres, s'associe à l'hommage universel rendu à la mémoire de l'éternel bienfaiteur, à l'occasion du centième anniversaire de sa naissance ».

Le Secrétaire annuel,
Pierre SIMONIN.

Séance du 15 Février 1923

Présidence de M. JOLY, Président

Correspondance. — M. Lambert s'excuse de ne point assister à la séance.

M. le Président donne lecture d'une lettre de M. Vallery-Radot et d'une lettre de M. A. Calmette, remerciant, l'un au nom de la famille de *Pasteur*, l'autre au nom de l'Institut *Pasteur*, la Société des Sciences pour la part prise à la célébration du Centenaire, et en particulier M. le Professeur Vuillemin, pour l'éloge qu'il fit de l'immortel génie.

Invitée à participer au Congrès pour la protection de la nature et des sites qui doit se tenir en 1923 à Paris, la Société des Sciences exprime le vif intérêt qu'elle prend à cette manifestation ; elle sera heureuse d'y être représentée par son vice-président, M. Guinier, Directeur de l'École des Eaux et Forêts.

Élections. — Après rapport de M. Corroy sur la candidature de M. Remy, de M. Vogt sur la candidature de MM. Peltier et Gérardin, sont élus membres de la Société, à l'unanimité des membres présents :

MM. P. Remy, préparateur à la Faculté des Sciences ;
J. Peltier, préparateur à l'Institut de Mécanique ;
A. Gérardin, mathématicien, correspondant du ministère de l'Instruction publique.

Candidatures. — Sont prises en considération les candidatures suivantes :

MM. Obré, présenté par MM. Joly et Corroy ; rapporteur, M. Joly.
Dombrey, présenté par MM. Vuillemin et Corroy ; rapporteur, M. Corroy.
Lacoste, présenté par MM. Gain et Corroy ; rapporteur, M. Corroy.
Sou, présenté par MM. Guinier et Moreau ; rapporteur, M. Moreau.
Wormser, présenté par MM. Joly et Corroy ; rapporteur, M. Corroy.

Communications

1^o M. CARDET présente des échantillons, très rares parce que portant des fructifications, de *Pleuroschisma trilobatum*, Hépatique récoltée aux environs de Raon-l'Étape, et grâce, à cette trouvaille, apporte des détails nouveaux sur la constitution du sporogone ;

2^o M. LEMASSON donne lecture d'un manuscrit inédit de J.-B. Mougeot. C'est la relation d'un voyage botanique fait en 1812 dans le Jura suisse, de Bâle au Chasseral, avec ses amis Nestler, Gaillardot et de Schauenbourg.

On sait que J.-B. Mougeot, né à Bruyères, en 1776, et mort dans cette localité en 1858, a été appelé le « Père de la botanique dans les Vosges ». Ses recherches dans le massif vosgien pendant près de 60 ans, et l'histoire de sa vie ont permis à Fliche de dire : « C'est un de ces hommes qui, par lui-même et par l'influence qu'il a exercée sur les autres botanistes du pays, a le plus contribué à donner à notre province, à Nancy en particulier, auprès de ceux qu'occupe la sciences des végétaux, une renommée dont nous avons le droit d'être fiers et que rien antérieurement à ce siècle n'avait préparée ». (Discours de réception à l'Académie Stanislas, 1880).

A la majorité de ses arrière-petits-enfants, collections et bibliothèques quittèrent Bruyères pour Laval et Docelles. Et, à ce moment, ce manuscrit probablement inconnu, de 18 pages, de 11 sur 16 centimètres, avec couverture en parchemin, écrit d'abord au crayon, fut égaré au milieu d'autres papiers inutiles devant être brûlés. Heureusement qu'il eut la chance inespérée de tomber entre bonnes mains.

Dans ce manuscrit, Mougeot raconte que, parti de Bruyères, en passant par le col du Bonhomme, il gagne Reinach près de Bâle, avec ses amis ; remontant la vallée de la Birse, il en décrit les gorges, signale l'inscription romaine de Pierre-Pertuis, suit la vallée de la Suze pour arriver aux Pontins et à la Chasserolle, dont il décrit le splendide panorama. Le retour a lieu par Porrentruy et Belfort.

En dehors des plantes rencontrées et récoltées, il fait des observations sur le pays parcouru, et note quelques incidents de ce voyage de 10 jours, effectué quelquefois en voiture mais le plus souvent à pied.

Séance du 2 Mars 1923

Présidence de M. JOLY, Président

Se sont fait excuser : MM. Grélot, Goury, Lemasson.

Correspondance. — M. Joly donne lecture d'une lettre émanant de l'Union de la Presse nancéienne et sollicitant de la Société des Sciences son adhésion ; conformément à l'usage adopté par la Société de n'adhérer à aucun groupement, la proposition est déclinée.

Élections. — Après rapport de M. Joly sur la candidature de M. Oubrè, de M. Corroy sur celles de M. Dombroy et de M. Lacoste ; de M. Moreau sur celle

de M. Sou, et de M. Joly sur celle de M. Wormser, sont élus à l'unanimité des membres présents et par 10 voix, membres titulaires :

MM. Obré, agrégé de l'Université, professeur d'histoire naturelle au Lycée de Nancy ;

Dombray, préparateur d'histoire naturelle à la Faculté de Médecine ;

Lacoste, ingénieur diplômé de l'Institut agricole de Nancy ;

Sou,

Wormser, ingénieur diplômé de l'Institut agricole de Nancy.

Communication

M. JOLY : « *Sur un fossile nouveau du Bajocien des environs de Montmédy* ». (La communication paraîtra *in extenso* dans le Bulletin.)

Le Secrétaire annuel,

Pierre SIMONIN.

Séance du 21 Mars 1923

Présidence de M. JOLY, Président

M. Joly présente les excuses de M. Goury, de M. Moreaux et de M. Sou, dont la communication est reportée à la prochaine séance.

Communication

M. P. REMY : *L'iode et le développement des Insectes.*

P. Remy étudie expérimentalement l'influence de l'iode sur le développement de divers insectes. Alors que le traitement iodé abrège de façon considérable la durée de la vie larvaire des Batraciens, en hâtant la métamorphose, l'administration de substances iodées à des larves de Coléoptères, de vers à soie, ne modifie pas sensiblement le développement. Les vers à soie présentent au début du traitement un amaigrissement notable qui s'atténue ensuite : cet effet doit être attribué à l'action nocive des substances ingérées plutôt qu'à l'influence spécifique de l'iode.

A la question posée par M. LASSEUR, M. Remy répond en précisant que l'accélération du développement des larves de Batraciens est fonction de la quantité d'iode absorbée, mais jusqu'à une certaine dose qui se manifeste toxique.

M. GUILLEMIN rapproche les faits exposés de certaines données fournies par la pathologie humaine ; à ce propos, M. SIMONIN rappelle qu'en ce qui concerne les viciations de la croissance, il y a lieu de distinguer deux expressions différentes de processus dysharmonique, le nanisme et l'infantilisme : Ce traitement iodé des Têtards, d'ailleurs, abrégeant la métamorphose et les éloignant, peut-on dire, de l'infantilisme, les conduit au nanisme.

Le Secrétaire annuel,

Pierre SIMONIN.

Séance du 7 Mai 1923

Présidence de M. JOLY, Président

Candidature. — Est prise en considération la candidature de M. Hermann, présenté par MM. Mathieu et Simonin ; M. Mathieu est institué rapporteur.

Communications

M. Sou. — *Étude histocytologique des plantes panachées.*

M. Sou, par l'étude histocytologique de certaines plantes panachées, montre la différence de structure et d'évolution de la panachure jaune et de la panachure blanche dont l'influence est si grande sur la vitalité de la plante.

M. LEMONNIER signale l'intérêt que présenterait de même l'étude de la panachure rouge.

M. SEYOT demande quelques précisions sur l'état des chondriocentes au début de l'évolution.

M. PELTIER. — *Interprétation graphique des bilans thermiques.*

Au lieu du diagramme classique de Sankey, M. Peltier présente une méthode nouvelle d'interprétation graphique des bilans thermiques à l'aide de contours polygonaux et de surfaces bien définies proportionnelles aux différentes quantités de chaleur ; ces graphiques permettent non seulement d'exprimer commodément le bilan d'une chaudière lors d'un essai, mais encore de grouper un ensemble d'essais pour une installation déterminée et en fonction des variations de régimes.

Un échange de considérations entre MM. VOGT et PELTIER souligne l'intérêt de cette méthode.

M. GUILLEMIN. — *Analyse des causes de variations de quelques espèces et de quelques races dans les plantes Phanérogames.*

Le Secrétaire annuel,

Pierre SIMON.

Séance du 15 Juin 1923.

Présidence de M. JOLY,

Élection. — Après rapport de M. Mathieu, est élu membre titulaire à l'unanimité des membres présents (15 voix), M. Hermann, Docteur en Médecine, préparateur de physiologie à la Faculté.

Communications

1. M. OBRÉ. — *Sur les mesures actuelles des excitabilités nerveuses et musculaires par décharges de condensateurs.*

2. M. THIÉBAUT. — *Sur la composition chimique ou minéralogique de quelques marnes.*

(Ces communications paraîtront dans le bulletin.)

3. M. GIRARDET, à propos de recherches sur la conductibilité des solutions extrêmement diluées, décrit un appareil de distillation spécial permettant de préparer l'eau de conductibilité dans de bonnes conditions.

Le Secrétaire annuel.

P. SIMONIN.

ÉLOGE DE PASTEUR

Par PAUL VUILLEMIN

Au lendemain de la mort de Louis PASTEUR, la petite ville de Dôle éleva un monument au plus glorieux de ses enfants. Sur le socle on lit ces simples mots : « *L'humanité reconnaissante* ». Un intime disciple, continuateur de l'œuvre du maître, le D^r Roux, assistant à l'inauguration, compléta la pensée en ajoutant : « *à l'éternel bienfaiteur* ».

Bienfaiteur de l'humanité ! Quel titre d'honneur ! Appliqué à Pasteur, il est plus grand encore, car, selon l'expression du maître, « *c'est l'homme qui honore la position et non la position qui honore l'homme* ».

Pasteur ne recherchait point les honneurs ; mais tous les honneurs vinrent à lui. Il les reçut sans orgueil, non sans gratitude, consacrant la juste récompense de ses bienfaits au soulagement de nouvelles misères.

Il écarta pourtant les décorations et les titres allemands. N'allez pas voir dans ce geste l'expression hautaine d'un chauvinisme étroit. Certes Pasteur fut un grand patriote ; il se plaisait à répéter : « *Si la science n'a pas de patrie, l'homme de science doit en avoir une et c'est à elle qu'il doit reporter l'influence que ses travaux peuvent avoir dans le monde* ». Sa haute conception du patriotisme le gardait de reprocher à un allemand d'aimer l'Allemagne comme il aimait la France. Mais il se sentait en désaccord avec les maîtres de l'Allemagne sur le sens des deux mots : *Honneur* et *Patrie*. C'en était assez pour qu'il refusât d'honorer les titres allemands en les acceptant.

Ses actes prouvent qu'il embrassait toutes les nations, sans en excepter l'Allemagne, dans son amour désintéressé de l'humanité. Il répandit libéralement le bienfait de ses découvertes, sans recourir à la protection des brevets, sans provoquer des monopoles comme ceux qui règlent la vente de certaines lymphes thérapeutiques.

Tout le secret de la grandeur de Pasteur tient en une phrase : « *En fait de bien à répandre, le devoir ne cesse que là où le pouvoir*

manque ». Pasteur a reculé les limites de la grandeur humaine par la volonté d'accomplir son devoir jusqu'au bout.

Il est humain dans toute la force du terme. Ce serait faire injure à sa mémoire que de le déifier et nous ériger en pontifes pour brûler de l'encens sur ses autels. Ce serait le trahir que de dissimuler les bornes de sa puissance sous le voile de mystère dont la vanité enveloppe ses idoles élevées au rang de surhomme. Pour le glorifier il suffit de le montrer tel qu'il fut et tel qu'il survit dans son œuvre.

Cette œuvre est celle d'un savant accompli. Elle est féconde en applications pratiques ; mais Pasteur ne confondait pas les applications avec les sciences dont elles découlent. Il avait approfondi les sciences les plus diverses, chacune pour elle-même ; mais il avait le don de confronter ses connaissances variées car, dit-il, « *les sciences gagnent toutes à se faire des emprunts mutuels et chaque nouveau point de contact est marqué par de nouveaux progrès* ». C'est donc en s'élevant méthodiquement du particulier au général dans le culte désintéressé de la science pure, qu'il est parvenu à poser les principes dont les conséquences pratiques sont d'une puissance incomparable.

La grandeur de Pasteur se laisse mesurer sans effort parce qu'elle est simple et marquée au coin du génie, la clarté. Tempérée par cette exquise modestie qui distingue la vraie supériorité, elle n'écrase pas, elle attire.

Loin d'abuser de sa légitime autorité pour imposer ses idées, Pasteur sollicite la critique : « *J'appelle de tous mes vœux, dit-il, les jugements de la critique. Peu tolérant pour la contradiction frivole ou de parti pris, dédaigneux du scepticisme vulgaire qui érige le doute en système, j'appelle le scepticisme militant qui fait du doute une méthode et dont la règle de conduite a pour devise : Encore plus de lumière* ».

Pasteur rencontra un critique sévère qui s'acquitta de sa tâche avec une telle rigueur, que les autres ne trouvèrent plus rien à discuter. Ce critique, vous l'avez nommé, c'est Pasteur lui-même ; il sut se contraindre des journées, des semaines, parfois des années, à se combattre, à ruiner ses propres expériences, ne proclamant ses découvertes qu'après avoir épuisé toutes les hypothèses contraires. C'est à ce prix qu'il put goûter la joie si pure de pouvoir, partout et toujours, donner la justification de ses principes et la preuve de ses découvertes.

Tout en Pasteur est humain ; c'est un modèle à la portée de toutes les bonnes volontés. Pasteur, n'était pas de ces phénix qui éblouissent par leurs succès scolaires, de ces esprits superficiels qui semblent se jouer des difficultés parce qu'ils les ignorent ou sont assez habiles pour les éviter. Il n'entra à l'école normale qu'après un premier échec. Et encore ne tint-il la tête de la promotion ni à l'entrée, ni au concours d'agrégation.

D'autres natures d'élite présentent cette médiocrité apparente dans les joutes universitaires. Paul Bourget publiait récemment une lettre de son père qui fut condisciple de Pasteur : « Tu te plains de n'avoir pas de facilité. Pasteur non plus n'en avait pas. Il n'était pas brillant. Il est aujourd'hui le premier de nous tous. Tu comprendrais pourquoi si tu l'avais vu travailler ».

Il n'avait pas cette facilité commode qui consiste à suivre docilement les voies battues. Sa pensée étouffait dans les bornes étroites d'un programme de concours. Les leçons des maîtres ne suffisaient pas à assouvir sa soif de savoir ; il lui fallait toujours plus de lumière ! Jamais il n'affirma sans preuve ; jamais il ne nia ce qu'il ignorait. Non, il n'avait pas ce genre de facilité. Mais il ne craignait pas de s'élançer vers l'inconnu pour éclaircir un mystère accessible à la méthode scientifique ou pour faire rentrer l'exception dans la règle élargie.

A l'école normale où il passa de 1843 à 1846, la plus grande préoccupation de Pasteur n'était pas d'éclipser ses concurrents. Déjà sa pensée s'évadait sur la voie des découvertes. Elle était hantée par une phrase qu'il venait de lire à la bibliothèque de l'école dans un mémoire de Mitscherlich sur le tartrate et le paratartrate de soude et d'ammoniaque. « Dans ces deux substances, concluait Mitscherlich, la nature et le nombre des atomes, leur arrangement et leurs distances sont les mêmes. Cependant le tartrate dévie le plan de la lumière polarisée et le paratartrate est indifférent ».

« Je méditai longtemps cette note, dit Pasteur ; elle troublait mes idées d'étudiant ; je ne pouvais comprendre que deux substances fussent aussi semblables que le disait Mitscherlich, sans être tout-à-fait identiques. Savoir s'étonner à propos est le premier mouvement de l'esprit vers la découverte ».

A peine sorti de l'école normale, Pasteur entreprit de résoudre cette énigme.

On connaissait des cristaux dissymétriques, c'est-à-dire munis de

facettes unilatérales, tantôt à droite sans pendant à gauche, tantôt à gauche sans pendant à droite. Pasteur, étudiant un grand nombre de cristaux droits et de cristaux gauches, reconnut une concordance entre le sens de la dissymétrie cristalline et le sens de la polarisation rotatoire. Le radical acide extrait d'un tel cristal donnait une solution douée de la même action optique.

En 1854, Pasteur émit l'idée géniale que la déviation de la lumière polarisée et la forme dissymétrique des cristaux relevaient d'une seule et même cause résidant dans la structure des molécules, en un mot de la DISSYMMÉTRIE MOLÉCULAIRE. Les tartrates et les paratartrates furent la pierre de touche à laquelle Pasteur soumit son hypothèse. Selon ses prévisions le tartrate actif devait être dissymétrique ; le paratartrate indifférent ne devrait pas l'être. Le premier point fut vérifié ; mais il eut « *un instant de serrement de cœur* » en retrouvant dans les cristaux de paratartrate les facettes accusatrices de la dissymétrie. L'angoisse fut vite dissipée. Dans cette masse confuse de cristaux, les uns sont droits, les autres sont gauches. Pasteur les séparé à la pince, fait de chaque sorte un sel de plomb, dont il isole l'acide. Les acides offrent l'action optique prévue ; leurs solutions mélangées à poids égaux se résolvent en une masse cristalline d'acide paratartrique identique à l'acide paratartrique connu ; les effets égaux et inverses se neutralisent.

Les principes de la stéréochimie, formulés vingt ans plus tard presque simultanément par Le Bel et Van t'Hoff, sont un développement de la conception pastoriennne.

Le but de cet entretien n'est pas de détailler les titres qui déterminèrent l'Institut à offrir à Pasteur un fauteuil de la section de minéralogie avant que le savant eût accompli sa quarantième année. Si je vous ai parlé de Pasteur physicien, c'est que tout s'enchaîne dans l'ordre des découvertes d'un esprit si logique. La cristallographie l'a conduit à la biologie, comme la biologie à la pathologie.

Pasteur nous dit comment la dissymétrie moléculaire intéresse la biologie non moins que la minéralogie, la physique et la chimie. « *On trouve la dissymétrie établie dans un très grand nombre de principes immédiats des animaux et des végétaux, notamment dans les principes immédiats essentiels à la vie. Tous les principes, pour ainsi dire, de l'œuf et de la graine, sont dissymétriques. L'urée, l'acide oxalique qui ne sont pas dissymétriques sont . . . des produits de seconde main comparables à nos produits de laboratoire chez lesquels la dissymétrie est absente* ».

Aux chimistes qui s'imaginent avoir obtenu des corps dissymétriques artificiels, Pasteur objecte la collaboration de cellules vivantes. Il en donne un exemple. Il cultive une moisissure banale, le *Penicillium glaucum*, sur un mélange de cendres et d'acide paratartrique ; la moisissure se nourrit de l'acide droit et l'acide gauche apparaît. Pour obtenir la dissymétrie simple avec un corps inactif, « *il a fallu, dit-il, vous le voyez, faire intervenir des actions de dissymétrie, la dissymétrie des produits immédiats naturels qui composent la graine de la moisissure* ».

Par une métaphore hardie, Pasteur compare le corps humain, avec ses moitiés droite et gauche, à un paratartrique (on dirait aujourd'hui racémique). Il est porté à croire que la vie, telle qu'elle se manifeste à nous, doit être *en fonction* de la dissymétrie moléculaire et de ses conséquences. Dans le même sens, M. Darzens, dans son cours de chimie organique à l'école polytechnique, disait récemment : « *Les phénomènes vitaux sont essentiellement dissymétriques* ».

Pasteur passe de plain-pied des sciences physico-chimiques à la biologie en étudiant les fermentations. Dans la fermentation alcoolique, Lavoisier avait analysé un facteur chimique, qui est le doublement du sucre en alcool et anhydride carbonique. La somme des produits est égale, à 5 pour 100 près, au poids du sucre détruit. Mais si l'on veut savoir pourquoi le sucre fermente, il faut franchir les limites de la chimie. Cagniard-Latour (1836) entrevoit un facteur biologique. Il porte son attention sur les globules de levure signalés déjà en 1680 par Leeuwenhoek ; il y reconnaît des cellules vivantes, croissant et multipliant par bourgeonnement. Presentant une corrélation entre la fermentation et cette végétation concomitante, il soupçonne que la levure agit sur le sucre « *par quelque effet de sa végétation et de sa vie* ». Un célèbre chimiste allemand, Liebig, assigne à la levure un rôle tout différent ; il n'y voit qu'une matière organique en décomposition, transmettant au sucre le mouvement de désintégration qui l'agite. C'était reculer la difficulté, non la résoudre. La théorie de Liebig semblait pourtant l'emporter, car elle était applicable à des fermentations qui s'accomplissaient malgré l'absence de levure ; la fermentation butyrique était mise en train par la viande putréfiée, la fermentation lactique par le lait aigri, la fermentation panaire par le levain échauffé.

Tel était l'état de la question quand Pasteur la reprit. Il démontra

que chaque fermentation avait pour agent nécessaire un être vivant d'espèce déterminée. Quand ce n'est pas une levure facile à voir au microscope, c'est une bactérie qui avait échappé aux premières investigations.

La fermentation alcoolique n'est qu'un acte de la nutrition de la levure aboutissant à construire des cellules. La levure opère la synthèse des albuminoïdes avec des aliments ne contenant l'azote que sous forme de sels d'ammoniaque. L'énergie nécessaire à ce travail d'assimilation peut être fournie par la combustion des aliments sucrés ; si l'air se renouvelle aisément, la combustion est aussi complète que dans la respiration des animaux ; mais si l'aération est insuffisante, la levure y supplée par le dédoublement du sucre. C'est un phénomène exothermique à rendement médiocre ; les déchets sont en quantité énorme par rapport à la quantité assimilée ; l'alcool est l'un de ces résidus de la nutrition.

On s'était figuré que la fermentation alcoolique est la fonction propre, nécessaire, de la levure, parce que la levure seule avait été envisagée au cours de la fermentation et qu'elle n'avait pas été aperçue dans d'autres circonstances. Pasteur voyait plus loin. Il nous enseigne que la fermentation est une fonction commune, non seulement aux microbes, mais à certaines cellules des végétaux, des animaux les plus divers et même de l'homme à l'état de santé ou de maladie. La levure elle-même n'a pas recours au procédé dispendieux de la fermentation quand elle peut vivre à meilleur compte au grand air ; c'est un anaérobie facultatif, fonctionnant comme ferment dans la mesure de l'anaérobiose.

Si elle sape la molécule du sucre, c'est pour élaborer de la matière vivante. Elle ne gaspille pas pour entasser des ruines. A la thèse barbare : *détruire pour détruire*, Pasteur a opposé la thèse de la civilisation, du progrès : *démolir pour reconstruire mieux*, recueillir de la main défaillante du coureur épuisé le flambeau de la vie pour l'élever plus haut.

Pour démontrer que les levures ou autres ferments sont les agents suffisants et nécessaires de cette œuvre de vie, il fallait établir, d'une part, que la fermentation s'effectue dans les milieux appropriés dans lesquels on les a introduits sans mélange, d'autre part, qu'aucun organisme équivalent n'apparaît dans les mêmes milieux à défaut de germes issus de parents semblables à eux.

Pasteur avait donc à résoudre deux problèmes préjudiciels : 1° ob-

tenir des cultures pures ; 2° exclure l'hypothèse d'une génération spontanée dans les conditions de l'expérience.

Les germes isolés furent multipliés dans des bouillons inertes à l'abri de toute contamination et dans les conditions variées de la vie aérobie ou anaérobie.

Pasteur montre, en 1858, que le ferment lactique est un anaérobie obligé, pour qui la fermentation est une nécessité vitale. En 1861, il étudie le rouissage du chanvre. Dans cette opération, les fibres textiles sont dégagées de leur gangue par la fermentation butyrique. Le Bacille butyrique, agent anaérobie de cette fermentation putride, tire la vie d'un phénomène où l'on n'avait aperçu que l'œuvre de la mort.

Parmi les conditions des cultures, Pasteur précise les limites thermiques. Les germes actifs envisagés sont tués par une température de 55° à 60°. Ce fait trouve son application dans l'opération justement connue sous le nom de *pasteurisation* qui supprime les mycodermes préjudiciables aux vins.

Les expériences invoquées en faveur de la vieille doctrine de la génération spontanée, ou de la théorie de l'hétérogénie qui repose sur la même base hypothétique, ne résistèrent pas au contrôle de la méthode de Pasteur. Avec quelle force il conclut, dans une mémorable leçon faite à la Sorbonne en 1864 : « *Non, il n'y a aucune circonstance AUJOURD'HUI CONNUE qui permette d'affirmer que des êtres microscopiques sont venus au monde sans germes, sans parents semblables à eux* ».

Sûr de sa méthode, Pasteur eut la joie d'en apprécier la fécondité par l'abondance des fruits qu'elle porta dans ses propres travaux, dans ceux de ses disciples et de ses imitateurs. Les cultures aseptiques inaugurées par Pasteur ont rendu possibles toutes les expériences sur lesquelles repose la bactériologie, tous les perfectionnements de l'industrie des fermentations.

Est-il besoin de vous rappeler les enseignements que la biologie générale tire de ces méthodes appliquées, non seulement aux microbes, mais encore aux animaux, élevés à l'abri des germes ou au contraire munis expérimentalement de ferments déterminés, aux moisissures par Raulin, bientôt suivi par Van Tieghem et Le Monnier, puis par la foule des chercheurs français et étrangers, aux grands champignons par Matruchot, aux lichens par Gaston Bonnier qui réalisa la synthèse de l'algue avec le champignon. Je salue en

passant la mémoire de ces deux maîtres, dont la science porte encore le deuil.

Et la médecine ne doit-elle pas une éternelle reconnaissance à celui dont la méthode renfermait le principe de l'antisepsie chirurgicale et de l'asepsie ?

Déjà en 1865, les services rendus à l'industrie, la sécurité assurée à nos grands crus par la pasteurisation, avaient popularisé Pasteur. Il apparaissait comme le sauveur capable de conjurer tous les fléaux.

A cette époque la sériciculture était menacée et avec elle la prospérité de plusieurs départements par une maladie des vers à soie. La pébrine ravageait les magnaneries. On ne savait à quel saint se vouer. Au double titre de savant chimiste et de sénateur, J.-B. Dumas était harcelé des doléances de ses électeurs. Il songea que la perspicacité de Pasteur pouvait seule le tirer d'embarras. Pasteur n'avait de sa vie touché un ver à soie ; mais ses scrupules se dissipèrent dès que Dumas lui remontra que c'était un service à rendre. A peine débarqué à Alais, Pasteur découvre les protozoaires pathogènes sous forme de *corpuscules* présents chez les chenilles malades, leurs papillons et jusque dans les œufs. Jamais les sujets sains n'en présentaient. Il prescrit l'autopsie de toutes les pondeuses et la destruction de leur ponte quand elles renfermaient des corpuscules. La graine saine, mise à part, donnait une génération demeurant saine à la condition d'être élevée à l'abri de tout contact avec les malades ou leurs déjections. Il avait, en effet, démontré expérimentalement la transmissibilité de la pébrine par ingestion des feuilles de mûrier souillées par les crottes des malades. L'industrie lyonnaise, la sériciculture étaient sauvées.

En élucidant la cause d'une maladie du ver à soie et en montrant le moyen de la prévenir, Pasteur pénétrait dans le domaine de la médecine.

Les grandes découvertes qui ont renouvelé la pathologie et enrichi la thérapeutique sont postérieures à 1870. Les malheurs de la patrie ne sont pas étrangers à la nouvelle orientation des travaux de Pasteur. Il en souffrit cruellement ; mais son âme virile était inaccessible au découragement. Pas un instant il ne crut au triomphe définitif de la force sur le droit. La guerre fut aux yeux du savant une terrible expérience dont il restait à tirer les conséquences. De la chute il fallait dégager l'élément rédempteur : du mal il fallait tirer

le remède. Voici en quels termes il exprime le résultat de ses méditations.

« Deux lois contraires semblent aujourd'hui en lutte : une loi de sang et de mort qui, en imaginant chaque jour de nouveaux moyens de combats, oblige les peuples à être toujours prêts pour le champ de bataille, et une loi de paix, de travail, de salut, qui ne songe qu'à délivrer l'homme des fléaux qui l'assiègent. L'une ne cherche que des conquêtes violentes, l'autre que le soulagement de l'humanité. . . La loi dont nous sommes les instruments cherche même à travers le carnage à guérir les maux sanglants de cette loi de guerre. Les pansements inspirés par nos méthodes antiseptiques peuvent préserver des milliers de soldats. »

Et en 1892, aux savants accourus de tous les points du globe pour célébrer son jubilé, il répétait : *« La science et la paix triompheront un jour de l'ignorance et de la guerre. . . L'avenir appartiendra à ceux qui auront le plus fait pour l'humanité souffrante. »*

L'étude de la fermentation avait appris à Pasteur que les phénomènes de destruction auxquels s'arrêtait Liebig sont le moyen employé par la levure pour construire ses cellules, pour régénérer la vie. La fermentation lui apparaît comme une propriété générale de la cellule s'exerçant dans le cas où l'oxygène libre est insuffisant. Les microbes pathogènes sont aussi des ferments ; l'organisme du malade est donc le théâtre d'un conflit entre des fermentations antagonistes.

Ces considérations dictent la conduite du médecin en présence des maladies infectieuses. La première indication est de prévenir le désordre en en supprimant la cause par l'asepsie et l'antisepsie. Mais la vigilance peut être en défaut ; les prescriptions de l'hygiène ne sont pas toutes appliquées ; il est des circonstances où elles sont difficilement applicables.

Comme il est malaisé, parfois dangereux, de poursuivre l'ennemi dans la place, Pasteur se préoccupe plutôt de mettre l'organisme en état de se défendre lui-même, soit en le rendant réfractaire, soit en lui donnant le moyen de réparer les désordres déjà produits par les microbes dont on n'a pu prévenir l'invasion. Il eut la pensée audacieuse de chercher le remède dans le mal en mettant le microbe au service de l'organisme, soit pour le prémunir, soit pour rétablir entre les forces antagonistes l'équilibre compatible avec la santé.

Il rêvait d'étendre le bénéfice des vaccinations aux diverses maladies infectieuses ; mais l'usage empirique de la vaccination

jennérienne ne pouvait fournir la base scientifique nécessaire à une méthode générale. Considérant que les maladies les plus virulentes ne récidivent presque jamais, lors même que la première atteinte fut bénigne ou fruste, il mit tous ses efforts à trouver le moyen sûr d'atténuer la virulence des cultures, de telle sorte que leur inoculation conférât l'immunité qui résulte d'une première atteinte, sans faire courir les risques d'une maladie grave.

Telle est la base scientifique des vaccinations pastoriennes. La fécondité de ces principes ressort des observations et des expériences qui en ont donné une éclatante confirmation en montrant par quels moyens les maladies de l'homme et des animaux domestiques sont, soit évitées, soit bravées.

En 1876, Pasteur revient au *Micrococcus ureæ* qu'il avait découvert en 1861 comme agent de la fermentation ammoniacale. Avec Joubert, il en extrait une diastase qui transforme par hydratation l'urée en carbonate d'ammoniaque. D'autres microbes jouissent de la même propriété ; mais la fermentation ammoniacale n'a jamais été observée dans les urines aseptiques. Certaines cystites sont déterminées, d'autres entretenues ou aggravées par les produits de la fermentation ammoniacale. Pour éviter le *Micrococcus ureæ*, il suffit de savoir qu'il est introduit dans la vessie par les sondes malpropres.

Pasteur (1877) fait aussi rentrer la septicémie gangréneuse, ou œdème malin, dans le cadre des maladies évitables, en découvrant le Vibrion septique et en prouvant que ce microbe en est la cause nécessaire et suffisante. C'est un agent vulgaire de putréfaction répandu dans le sol. La septicémie est une putréfaction devançant la mort quand la boue septique vient à souiller les plaies : Coze et Feltz à Nancy (1872) avaient établi la transmissibilité de la septicémie par inoculation d'une goutte de sang malade. Le sang des animaux inoculés pouvait à son tour en infecter d'autres et la virulence croissait à chaque passage. Pasteur réussit à cultiver le Vibrion septique en anaérobie et à provoquer la maladie en inoculant les cultures pures.

Les recherches sur les vaccinations qui permettent de braver les maladies sont inaugurées en 1880 par l'étude du choléra des poules. Perroncito avait prouvé, comme Coze et Feltz pour la septicémie, que la maladie est inoculable et, de plus, que le sang infectieux contient des microbes. Pasteur tue les poules avec des cultures

pures récentes ou conservées en tubes scellés où elles ont vite épuisé la provision d'oxygène ; mais les cultures vieilles au contact de l'air perdent progressivement leur virulence ; elles donnent aux poules un malaise passager qui les rend réfractaires à l'inoculation ultérieure du microbe virulent.

La même année, Toussaint vaccine les moutons contre le charbon en inoculant le sang charbonneux défibriné, chauffé de 45° à 53° et phéniqué à 10 pour 100 ; mais le résultat est inconstant.

En 1881, Pasteur, avec la collaboration de Joubert, Chamberland et Roux, songe à l'application au charbon du procédé qui lui avait réussi pour vacciner les poules. Une difficulté se présentait. Les spores abondent dans les cultures ordinaires ; l'air n'agit pas sur elles, car leur membrane imperméable les maintient dans une atmosphère confinée comme les cultures de choléra des poules en tube scellé ; les spores en germant régénèrent les Bacilles virulents. Pasteur reconnut que les spores ne se forment pas quand la température atteint 43°. Dans les cultures effectuées à 43°, on ne trouve que des bâtonnets et des filaments à membrane mince, dont aucun n'échappe à l'action de l'oxygène. L'atténuation se maintient dans les spores qui se forment plus tard dans la culture refroidie. Pasteur réussit à obtenir des vaccins de divers degrés par l'action plus ou moins prolongée de l'oxygène sur le Bacille du charbon. Il démontra avec éclat l'efficacité de la méthode dans la célèbre expérience de Pouilly-le-Fort. Cinquante moutons reçurent une inoculation virulente ; vingt-cinq non vaccinés périrent ; vingt-cinq vaccinés restèrent indemnes.

Pasteur et Thuillier (1883) trouvent un autre procédé de vaccination contre le rouget du porc. Inoculés en série de lapin à lapin, les microbes du rouget deviennent inoffensifs pour le porc, tout en lui conférant une immunité qui dure au moins un an. L'atténuation progressive est également obtenue par culture prolongée sur le sang de lapin. La même année, Pasteur eut la douloureuse fierté de compter son collaborateur au nombre des martyrs de la science mise au service de l'humanité. Thuillier succomba au choléra dont il cherchait le remède en Egypte.

Dès 1880, Pasteur, avec Chamberland et Roux, se préoccupait de dompter la rage comme le charbon. Il avait observé dans les centres nerveux (1884) des granulations dont la nature parasitaire lui semblait probable sans qu'il osât l'affirmer.

Peu lui importait d'ailleurs d'avoir découvert le microbe de la rage ; il ne doutait pas de sa présence. Depuis qu'il avait communiqué la septicémie en inoculant les cultures pures de Vibrion septique aussi sûrement que Coze et Feltz la transmettaient avec le sang, n'avait-il pas maintes fois vérifié que toute substance transmettant une maladie virulente en porte le germe spécifique vivant et virulent ?

Il transmet la rage en injectant, soit la bave de chiens enragés, soit une émulsion d'encéphale ou de moelle épinière contenant les granulations insolites qui viennent d'être signalées.

Le défaut de cultures pures ne permettait pas d'obtenir un vaccin antirabique par les procédés jusqu'alors employés par Pasteur. Cependant l'exemple de Jenner prouvait qu'on trouve des vaccins indépendants des cultures. Les agents extérieurs ne pourraient-ils pas exercer leur vertu atténuante sur les microbes inclus dans les tissus malades ?

Sachant que le virus du rouget du porc s'atténue par des passages successifs chez les lapins, Pasteur se mit en quête d'un animal moins sensible que le chien au virus de la rage, pour lui inoculer la moelle rabique. Le lapin dut être écarté, attendu qu'il exaltait la virulence au lieu de l'abaisser. Le singe procura le résultat cherché. Inoculé avec le virus de la rage canine, il présentait une maladie bénigne et éphémère ; des passages successifs de singe à singe atténuèrent de plus en plus la virulence. Au terme de la série, le virus du singe vaccinait le chien à l'égard du virus canin au prix d'un malaise insignifiant.

A la demande de Pasteur, le ministre de l'instruction publique nomma une commission de contrôle. Comme à Pouilly-le-Fort, tous les vaccinés subirent sans dommage l'inoculation rabique. Les deux tiers des témoins avaient déjà péri dans les deux mois.

Devant ces résultats décisifs, Pasteur conçoit l'espoir de guérir l'homme de la rage. Mais avec qu'elle réserve il exprimait ce vœu (25 février 1884) ! *« La médecine humaine ne pourra-t-elle pas profiter de la longue durée d'incubation de la rage pour tenter d'établir dans cet intervalle de temps, avant l'écllosion des premiers symptômes rabiques, l'état réfractaire des sujets mordus ? Mais avant la réalisation de cette espérance, un long chemin reste à parcourir »*.

Ce chemin, il le franchit à pas de géant. Il obtint en quantité le virus atténué par le procédé de l'aération qui avait triomphé dans

ses premiers essais de vaccination. Les moelles rabiques sont conservées indéfiniment avec l'abaissement de virulence obtenu par l'action de l'air dans des conditions rigoureusement déterminées.

Le virus mortel est devenu l'instrument de l'immunité, de la guérison, du salut. On n'en est plus à compter le nombre des pitoyables victimes arrachées à la mort la plus affreuse par les vaccinations pastoriennes. Quel triomphe pour la science et pour la médecine ! Quelles actions de grâce pourront chanter dignement les bienfaits du Bon Pasteur !

Ces grands résultats ont été obtenus par des moyens bien humains. Les découvertes ne sont pas l'œuvre de la chance ou du hasard ; elles sont la récompense du travail obstiné guidé par une méthode impeccable.

Pasteur a puisé les principes de sa méthode dans l'étude de la nature dont les ressources, limitées par des lois inflexibles, sont, dans ces limites, diversifiées à l'infini. L'œuvre de Pasteur est un monde. Dans ce nouveau monde nous retrouvons l'unité dans la variété. Cette œuvre humaine revêt le caractère que Pasteur lui-même assigne à l'œuvre de la nature. Toutes ses découvertes « *sont bien dans l'harmonie générale de lois de l'univers où l'on retrouve à la fois la simplicité des moyens et la fécondité des résultats* ».

TABLE DES MATIÈRES

Série IV. — Tome I

	Pages
Procès-verbaux des séances	5, 51, 111, 135, 171
Liste des membres	225
Sociétés correspondantes	230
Ouvrages reçus	237
Dr GUILLEMIN. — La matière et la vie	49
J. BEAUPRÉ. — L'enceinte de Thélod	37
Paul VUILLEMIN. — L'inflorescence	57
M. VOGT. — La vie et les travaux de Gaston Floquet	69
C. LEMASSON. — Guide du botaniste herborisant au Hohneck et aux environs de Gérardmer	79
Henry JOLY. — Aperçu de la tectonique et de la géographie physique d'une partie de la Sierra Morena (Espagne)	113
P. SEYOT. — Sur la possibilité de la stéréophotochromie par la méthode indirecte	125
H. JOLY. — Quelques mots sur la position géologique des cimetières	127
G. DARMOIS. — Sur la notion de divergence d'un vecteur	131
C. LEMASSON. — Sur la présence de la <i>Gentiana ciliata</i> à Bruyères	137
H. VOGT. — Sur certaines Relations entre les déterminants tirés d'une matrice rectangulaire	139
Henry JOLY. — Les nappes aquifères profondes du département de la Meuse	143
Henry JOLY. — René Nicklès (1859-1917), ses travaux scientifiques	151
G. DARMOIS. — Calcul élémentaire de la valeur asymptotique de $N!$	175
C. LEMASSON. — <i>Helix serpentina</i> , Fér., à Nancy	179
Paul MARTIN. — Sur la jonction ancienne de la Moselle et de la Meuse par le Val-de-l'Ane	181
G. DARMOIS. — Relativité et théorie de la gravitation	191
Georges CORROY. — Les poissons néocomiens en bordure orientale du Bassin de Paris	207
Georges CORROY. — Les tremblements de terre en Lorraine	217

