

# BULLETIN

DE LA

## SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

---

PROCÈS-VERBAUX des-séances. — MÉMOIRES.

TRADUCTIONS et REPRODUCTIONS. — BIBLIOGRAPHIE.

Notes et Informations diverses.



BULLETIN

DE LA

**SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE**

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

PROCÈS-VERBAUX des séances. — MÉMOIRES.

TRADUCTIONS et REPRODUCTIONS. — BIBLIOGRAPHIE.

Notes et Informations diverses.

**Tome XV**

(Deuxième série, tome V)

---

ANNÉE 1901

---

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADEMIES ROYALES DE BELGIQUE

442, rue de Louvain, 442

# PROCÈS-VERBAUX

DE LA

# SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

**Tome XV**

(Deuxième série, tome V)

---

ANNÉE 1901

---

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADEMIES ROYALES DE BELGIQUE

412, rue de Louvain, 412

**COMPOSITION DU BUREAU ET DU CONSEIL**  
DE LA  
**SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE**  
**ET D'HYDROLOGIE**  
**POUR L'EXERCICE 1901**

---

*Président :*

**M. A. Rutot.**

*Vice-Présidents :*

**MM. J. Cornet, M. Mourlon, A. Renard et J. Willems.**

*Secrétaire général :*

**M. E. Van den Broeck.**

*Délégués du Conseil :*

**MM. V. Jacques, Ad. Kemma, de Schryvere et C. Van Bogaert.**

*Trésorier :*

**M. Th. Gilbert.**

*Bibliothécaire :*

**L. Devaivre.**

*Membres du Conseil :*

**MM. E. Cuvelier, H. de Dorlodot, G. Jottrand, Rabozée,  
X. Stainier et Van de Wiele.**

*Comité de publication :*

**MM. de Busschere, A. Houzeau et E. van Overloop.**

*Commission des comptes :*

**MM. L. Bauwens, G. Cumont et Paquet.**

---

*Adresse pour la correspondance et les envois de publications :*

**Au Secrétariat général, chez M. Ernest Van den Broeck,  
place de l'Industrie, 39, à Bruxelles.**

*Adresse pour les mandats postaux et envois de cotisations :*

**A l'Économat, chez M. le D<sup>r</sup> Gilbert, avenue Louise, 26,  
à Bruxelles.**

**PROCÈS-VERBAUX**  
DE LA  
**SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE**

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

A BRUXELLES.

---

**Tome XV — Année 1901**

---

**SÉANCE MENSUELLE DU 15 JANVIER 1901.**

*Présidence de M. M. Mourlon, Président.*

M. le *Président*, en ouvrant la séance, prononce l'allocution suivante :

*Allocution à l'occasion de la nomination de M. Van den Broeck à la vice-présidence de la Société géologique de France.*

**MESSIEURS,**

Avant d'aborder l'ordre du jour de la séance, je suis heureux d'avoir à annoncer une bonne nouvelle pour la Société : c'est la distinction des plus flatteuses dont un de nos collègues vient d'être l'objet à l'étranger.

La Société géologique de France, qui avait à renouveler son Bureau, vient d'élire parmi ses vice-présidents l'un des nôtres, la cheville

ouvrière de notre Société, j'ai nommé notre ami M. E. Van den Broeck.

Il y a peu de temps, notre vaillant collègue donnait avec succès, au sein de la Société qui avait fait appel à son concours et le récompense si dignement aujourd'hui, une conférence sur les applications de la géologie. Plus récemment encore, au Congrès géologique international de Paris, nous unissions nos efforts pour contribuer à la complète réussite de la Section de géologie appliquée et d'hydrologie, créée un peu à notre intention.

Il est assez réconfortant de constater à cette occasion que nos géologues ne sont pas toujours exclusivement à la peine, mais parfois aussi un peu à l'honneur, lorsqu'ils trouvent à l'étranger une compensation aux déceptions inévitables qu'ils rencontrent chez eux.

Nous ne formons point une coterie agissant au nom de « l'orphéonisme scientifique », suivant l'expression déjà ancienne d'un journal de la capitale, bien mal inspiré (1), mais une corporation dans laquelle nous nous associons pleinement à la bonne comme à la mauvaise fortune de chacun des nôtres. Loin d'envier ou de jalouser leurs succès, nous les faisons nôtres. Nous avons notre idéal scientifique qui faisait, hélas! si souvent défaut chez nos devanciers, et voilà pourquoi, dans la circonstance présente, nous nous réjouissons ensemble de la distinction obtenue par notre dévoué et sympathique collègue. Cette distinction est d'autant plus flatteuse qu'elle n'a été accordée jusqu'ici qu'à un seul de nos compatriotes, l'illustre et vénéré maître de l'École belge, d'Omalius d'Halloy, qui figure parmi les anciens présidents de la Société géologique de France pour l'année 1852. (*Applaudissements.*)

M. Van den Broeck remercie vivement M. Mourlon des félicitations qu'il vient de lui adresser à l'occasion de sa nomination, et il est heureux de pouvoir associer à l'honneur qui vient de lui échoir ceux de ses Collègues de la Société belge de géologie qui n'ont cessé de travailler à ses côtés, spécialement MM. Rutot, Van de Wiele et Willems, et sur lesquels retombent ainsi les marques de haute sympathie qui viennent de lui être témoignées. S'il a été personnellement l'objet de cette distinction, c'est assurément moins comme géologue que comme Secrétaire général de la Société, dont l'initiative et les travaux en matière de sciences appliquées nous ont valu cet honneur d'être ainsi représentés au Conseil de la Société géologique de France.

(1) L'Indépendance belge du 12 février 1893 (Supplément).

Enfin, M. Van den Broeck tient à associer tout spécialement aussi notre président, M. *Mourlon*, Directeur du Service géologique de Belgique, à l'honneur qui lui a été fait.

### Correspondance :

Toute la correspondance ayant trait à la question mise à l'ordre du jour sur les « sables boullants » a été résumée et intercalée plus loin dans le compte rendu de la discussion de cette communication.

L'*Académie royale des Sciences de Turin* annonce que, conformément aux dispositions testamentaires du Dr *C. Alex. Bressa*, il est ouvert, à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1899, un Concours relatif à la période quadriennale de 1897-1900, et auquel seront admis les savants et les inventeurs de toutes les nations. Ce concours a pour but de récompenser l'auteur de la découverte la plus éclatante et la plus utile, ou qui aura produit l'ouvrage le plus célèbre en fait de sciences physiques et expérimentales, histoire naturelle, mathématiques pures et appliquées, chimie, physiologie et pathologie, sans exclure la **géologie**, l'histoire, la géographie et la statistique.

Le Concours sera clos le 31 décembre 1902 et le prix (taxe déduite) s'élèvera à 9,600 francs.

Il ne sera tenu aucun compte des manuscrits, les ouvrages devant être présentés imprimés.

L'*Académie* attribuera ce prix au savant qu'elle en juge le plus digne, même s'il n'est pas présenté au Concours.

M. le *Secrétaire général* dépose sur le bureau le fascicule II des Mémoires de 1899, lequel contient cinq planches, et annonce l'apparition très prochaine de celui, si regrettablement retardé, relatif aux procès-verbaux des séances de 1897; l'impression en est à peu près terminée.

### Présentation et élection de nouveaux membres :

Sont présentés et élus par le vote unanime de l'Assemblée :

En qualité de *membres effectifs* :

MM. **MATHIEU, ÉMILE**, lieutenant du génie, répétiteur à l'École militaire, rue Van den Broeck, 25, à Ixelles.

**MONNOYER, NESTOR**, entrepreneur, rue du Chapitre, 31, à Anderlecht.

En qualité de *membres associés regnicoles* :

MM. RAHIR, EDM., rue de la Limite, 116, à Bruxelles.

VAN GELDER, EUG., artiste peintre et homme de lettres, rue Fraikin, 94, à Bruxelles.

### Dons et envois reçus :

De la part des auteurs :

3221. Meunier, Fernand. *Ueber einige Coleopteren-Flügeldecken aus der präglacialen Braunkohle und dem interglacialen Torflager von Lauenburg (Elbe)*. Berlin, 1900. Extrait in-8° de 9 pages.
3222. Credner, Hermann. *Die vogtländischen Erdbebenschwärme während des Juli und des August 1900*. Leipzig, 1900. Extrait in-8° de 22 pages, 4 planches.
3223. Whitaker, W. *The Croydon Microscopical and Natural History Club. Presidential Address*. Croydon, 1900. Extrait in-8° de 15 pages.
3224. Bleicher, M. *Le plateau central de Haye. Étude de géographie physique régionale*. Nancy, 1900. Extrait in-8° de 28 pages, 1 carte.
3225. Gosselet, J. *Note sur les sables de la plage de Dunkerque*. Lille, 1900. Extrait in-8° de 6 pages.
3226. Harmer, F. W. *The Crag of Essex (Waltonian) and its relation to that of Suffolk and Norfolk*. Londres, 1900. Extrait in-8° de 39 pages.
3227. Koch, Anton. *Die Tertiärbildungen des Beckens der Siebenbürgischen Landestheile. II. Neogene Abtheilung*. Budapest, 1900. Extrait in-8° de 370 pages, 3 planches.
3228. Nägele, E. *Verlags-Verzeichniss der E. Schweizerbart'schen Verlags-handlung*. Stuttgart, 1901. Brochure in-8° de 121 pages.
3229. Monod, Henri. *Rapport à M. le Président du Conseil, Ministre de l'Intérieur et des Cultes de France, sur l'Instruction des projets de captage et d'adduction d'eaux, sur le droit d'usage, l'acquisition et la protection des sources*. Melun, 1900. Brochure in-4° de 37 pages.
3230. \*\*\* *Nouveau système de captage d'eau des sables aquifères applicable à l'exécution des travaux souterrains dans les sables bouillants. Système breveté*. Bruxelles, 1897. Brochure in-8° de 15 pages, 1 planche. (Offert par M. L. de Somzée.)

3231. Guehard, Adr. *Notes pour la feuille de Nice S.-O. et confins*. Paris, 1900. Extrait in-8° englobant cinq notices, 20 pages, planche et figures.
3232. — *Propositions générales de représentation graphique des accidents tectoniques*. Paris, 1897. Extrait in-8° de 3 pages.
3233. *Notes sur la feuille des Alpes-Maritimes*. Paris, 1899. Extrait in-8° de 2 pages.

### Communications des membres :

#### E. RAHIR. — Première observation sur une communication souterraine de la Lesse avec le Puits-des-Veaux.

Le centre du massif où se trouvent les grottes préhistoriques de Furfooz, contourné par une boucle de la Lesse, est occupé par un curieux effondrement appelé le « Puits-des-Veaux », au fond duquel s'étale une nappe d'eau. (Voir croquis, page 9.)

A l'une des dernières séances de la Société belge de géologie, M. Van den Broeck nous a entretenus des diverses particularités de ce phénomène; nous ne nous en occuperons donc pas. Il nous a également décrit l'éboulis précédé d'un affaissement du sol et le chantoir, qui se trouvent au bord de la Lesse, non loin du « Trou des Nutons », et par où il devait y avoir vraisemblablement une communication souterraine avec le Puits-des-Veaux.

Camille Collard, notre habile fouilleur de Furfooz, a eu, tout récemment, l'occasion d'observer, à la suite d'une crue de la rivière, le spectacle de l'engouffrement de la Lesse à l'éboulis et de sa réapparition au Puits-des-Veaux. Ce fait d'une communication souterraine, déjà pressenti par M. Van den Broeck et par nous-même à l'une de nos premières explorations à Furfooz, vient donc de recevoir une confirmation.

Le phénomène s'est produit dans des conditions particulièrement favorables, assez rares paraît-il, pour m'autoriser à en dire quelques mots; de plus, c'est la première fois que ces constatations ont été faites par un observateur consciencieux. Collard m'ayant immédiatement annoncé le fait en question, je lui ai envoyé un questionnaire pour être éclairé sur certains points qui me paraissaient obscurs. Ces rensei-

gnements, forcément incomplets, m'étant parvenus, je vais exposer le phénomène tel qu'il paraît s'être produit.

Le 6 décembre 1900, à la suite d'abondantes précipitations pluviales, la Lesse s'est gonflée très rapidement, et le niveau de ses eaux ayant monté d'environ 1 mètre, la rivière a commencé à se déverser dans l'affaissement du sol mentionné plus haut, pour disparaître, à deux pas de là, dans le chantoir creusé au pied de l'éboulis rocheux. La crue s'accroissant de plus en plus, la Lesse s'y est précipitée en abondantes masses liquides, très fortement troublées.

Après avoir vu cet engouffrement, dès son commencement, Collard s'est rendu, le plus vite possible, au Puits-des-Veaux, où il a remarqué que le lac souterrain était troublé mais avait conservé sa hauteur normale stationnaire. Environ trois heures après la disparition partielle de la Lesse sous l'éboulis, le niveau du lac s'éleva peu à peu et très régulièrement pour atteindre une hausse de 1<sup>m</sup>,80. Les eaux ainsi amenées par le sous-sol étaient aussi troubles que celles de la rivière. La nappe liquide du Puits-des-Veaux a commencé à baisser à partir du moment où les eaux ne se précipitaient plus que très faiblement dans le chantoir, et sa descente a suivi la baisse de la Lesse.

A vol d'oiseau, la distance entre l'éboulis et le Puits-des-Veaux dépasse un peu 300 mètres. Donc, s'il n'y avait pas d'obstacles au cheminement de ces eaux, le niveau du lac monterait presque en même temps que celui de la rivière. La raison de la longue durée du parcours souterrain de la Lesse peut s'expliquer par différentes causes : d'abord par la faible pente entre les deux points, puis par la complication et la sinuosité des canaux et enfin par l'intercalation probable, sur le trajet, d'autres nappes d'eau comparables à celle dont nous venons de parler. Le « Trou-qui-fume », par exemple, — ainsi désigné à cause des nuages de vapeurs d'eau qui s'en échappent en hiver, — situé à une cinquantaine de mètres de là, recèle, sans aucun doute, un petit lac souterrain, lequel, selon toute probabilité, fait partie du réseau par lequel passe le trop-plein de la Lesse pour arriver finalement au Puits-des-Veaux.

Où se déverse ce dernier, par quel endroit et comment ses eaux viennent-elles rejoindre la rivière? On ne le sait. Il est bon cependant de noter que la crue du 6 décembre au Puits-des-Veaux refoulait les feuilles et les brindilles de bois, qui flottaient à la surface des eaux, vers la galerie de gauche que nous avons explorée avec M. Van den Broeck. Des déblais et des recherches à faire de ce côté donneraient

lieu, peut-être, à d'intéressantes découvertes spéléologiques. Selon beaucoup de probabilité, on arriverait à trouver une communication avec le « Trou-du-Renard », caverne préhistorique nouvelle située non loin de là.

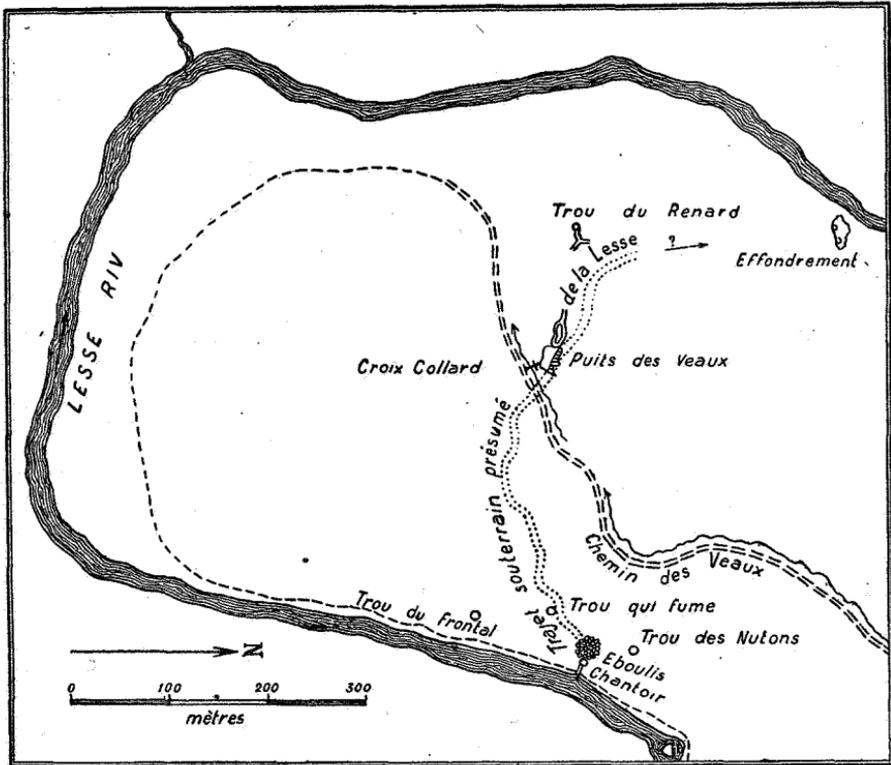


FIG. 1. — Les communications souterraines de la Lesse dans la boucle de l'escarpement de Furfooz. — Le Puits-des-Veaux.

Nous avons dit plus haut que le lac du Puits-des-Veaux, généralement cristallin, était trouble avant la crue. L'explication m'en paraît très simple, mais elle a besoin cependant d'être confirmée par des expériences à la fluorescéine. Le ravin du chemin des Veaux, avoisinant le puits, est longé par un ruisseau qui subit de nombreuses pertes, conséquence de son trajet sur le calcaire. Les eaux de ce ruisseau, non extrêmement abondantes le jour de la crue, étaient troubles, et comme elles doivent, du moins en partie, communiquer avec le lac souterrain,

elles y ont amené leurs matières terreuses en suspension, d'où le trouble remarqué. Cet apport étant beaucoup trop faible pour élever le niveau du Puits-des-Veaux, il a fallu l'invasion de l'énorme masse d'eau de la Lesse pour donner naissance à la grande hausse observée le 6 décembre de cette année.

Il est à espérer que des constatations plus précises et plus complètes pourront se renouveler, mais peut-être pas dans d'aussi bonnes conditions, parce que, d'après Collard, il est assez rare que la rivière grossisse aussi fortement et aussi rapidement ; c'est une des raisons qui m'ont engagé à en parler ici.

Pour terminer, nous croyons pouvoir faire une comparaison entre le régime hydrologique de la Lesse au massif de la grotte de Han et celui qui nous occupe. Rappelons que la rivière contournait autrefois la montagne de la grotte de Han, comme elle le fait actuellement autour du massif de Furfooz.

A Han, au cours des temps, la Lesse s'est frayé peu à peu un passage en raccourci par le gouffre de Belvaux et sous le mamelon calcaire bien connu. Actuellement, la rivière ne s'écoule plus par son ancien lit à l'air libre qu'aux époques de grandes crues, lorsque l'orifice du gouffre en question n'est plus suffisant pour livrer passage au volume total des eaux qui s'y précipite. La Lesse ne reprend donc que temporairement son lit à ciel ouvert.

A Furfooz, le creusement du massif calcaire, par corrosion et par érosion, s'étant vraisemblablement produit à une époque moins ancienne, la Lesse ne paraît pas avoir eu le temps de s'y ouvrir une voie suffisante pour s'y engouffrer tout entière. Il est vrai que le calcaire de Waulsort, ici en cause, paraissant se prêter moins bien à l'action chimique des eaux que le calcaire de Givet formant le massif de Han, peut aussi donner lieu au retard dans ce creusement. Dans la suite des temps, les eaux ayant baissé de niveau, la rivière a complètement abandonné son cours souterrain — qu'elle ne reprend qu'aux époques de grandes crues — pour suivre entièrement son lit à l'air libre. Ici donc, contrairement à Han, nous nous trouvons en présence d'une rivière qui coule constamment à ciel ouvert et temporairement en partie par voie du sous-sol.

---

2<sup>o</sup> E. RAHIR et J. DU FIEF. — **De l'action chimique des eaux courantes dans les cavernes ou dans les grands canaux souterrains.**

(Communication présentée par M. E. RAHIR.)

Ayant étudié les différentes opinions relatives à la formation des grottes, opinions publiées il y a quelques années dans le *Bulletin* de la Société belge de Géologie, j'ai pensé que des recherches analytiques sur l'action chimique de nos principales rivières et ruisseaux souterrains pourraient amener d'intéressantes constatations, qui permettraient d'en tirer d'utiles déductions pour l'explication plus précise du creusement des cavernes au cours des temps anciens. Je crois que des investigations dans cet ordre d'idées n'ont pas encore été poursuivies ; du moins, je n'en ai pas connaissance.

C'était surtout la corrosion des calcaires par l'acide carbonique tenu en dissolution dans l'eau qui attirait plus spécialement mon attention ; ce sera donc principalement ce point de vue, en plus de l'action chimique totale, qui sera traité dans le travail que j'ai l'honneur de présenter aux membres de la Société belge de Géologie.

Cette étude a été faite en collaboration avec M. J. Du Fief, pharmacien-chimiste à Bruxelles, qui s'intéresse aux questions d'analyses d'eau. Grâce à son assistance et à ses recherches minutieuses et de longue durée sur les seize échantillons qui ont été recueillis en divers points du pays, il nous a été donné de pouvoir atteindre ensemble le but désiré, lequel, ajoutons-le, a largement répondu à notre attente.

Voici, en quelques lignes, comment ce travail a été conduit et quels sont les échantillons que nous avons résolu de soumettre à l'analyse. La plupart de ces prises d'eau ont été faites par nous-mêmes en vue d'être certains d'un prélèvement soigneux, de manière à écarter, le plus possible, les causes d'erreur. A défaut de pouvoir parfois opérer nous-mêmes, nous nous sommes adressés à notre ami Jos. Lagasse, de Remouchamps, en qui nous avons une confiance absolue, et à M. Henin, contrôleur de la grotte de Han, à qui nous pouvons aussi nous fier entièrement. Nous nous faisons un devoir de remercier ici ces Messieurs pour leur obligeance et pour la précision avec lesquelles ils ont suivi les indications que nous leur avons fournies.

Toutes les précautions les plus minutieuses ont été apportées pour ces prélèvements qui, envoyés par express à Bruxelles, ont été, le jour même, soumis à l'analyse quantitative du gaz acide carbonique; les opérations plus longues du dosage des calcaires, etc., ont été effectuées ultérieurement. Les eaux ont toujours été prises dans leur état de transparence ordinaire, et jamais à la suite de périodes de pluies ou d'averses d'orage, de manière à conserver une composition normale pour une saison donnée. Inutile de dire qu'avant le dosage des corps solides, les eaux ont toujours été soigneusement filtrées, afin d'éviter de fausser les résultats par suite des matières qui auraient pu s'y trouver en suspension. Les mesures de température ont été prises sur place, dans le milieu où les échantillons ont été prélevés, ainsi que dans l'air ambiant.

De plus, voulant vérifier l'effet de l'influence climaterique des saisons sur la proportion de chaux contenue dans les ruisseaux souterrains, c'est-à-dire la variation d'énergie corrosive par l'acide carbonique, nous avons fait des prélèvements d'eau exactement aux mêmes endroits à différentes époques de l'année.

Comme méthode de dosage, nous avons appliqué la précipitation du calcium sous forme d'oxalate; puis sa transformation en sulfate; celui-ci a été pesé comme tel et calculé en carbonate neutre de chaux. La magnésie a été recherchée dans toutes les eaux, mais sans y être dosée, à l'exception de celle de Han. Il s'en est trouvé de petites quantités dans tous les échantillons, mais en proportions variables.

Dans certaines eaux, nous avons dosé l'acide carbonique : d'une part, l'acide carbonique fixe (provenant des carbonates neutres et en partie des bicarbonates); d'autre part, l'acide carbonique libre et bicombiné (ce dernier provenant de la décomposition des bicarbonates). Nous n'avons pas attaché d'importance aux proportions d'acide carbonique libre, celui-ci se déduisant par différence entre l'acide carbonique fixe et l'acide libre et bicombiné, parce que si, en même temps que les bicarbonates, l'eau renferme des carbonates neutres, la quantité d'acide carbonique ainsi calculée est très inexacte.

Tous les résultats d'analyses ont été rapportés au litre d'eau et les poids en grammes.

Nous avons choisi pour champ de nos expériences : la grotte de Remouchamps, la grotte de Han, ainsi que les bras souterrains de la Lomme et de la Wamme. Ce sont les endroits de notre pays où l'on trouve les rivières ou ruisseaux les plus importants dont les courants

traversent, à ciel couvert, de notables massifs calcaires. Ces massifs que nous avons en vue ici sont uniquement constitués par l'assise du calcaire de Givet. Nous pourrions ainsi étudier l'action chimique en trois points qui, malgré la similitude apparente des roches traversées, réunissent des conditions différentes les unes des autres, tant par la longueur et la complication des canaux que par le volume et la température des eaux qui y circulent.

Nous allons examiner successivement chaque cas particulier, pour en tirer ensuite des déductions d'ensemble. Nous dirons également deux mots sur la composition des eaux de la Lesse à Furfooz, comparée à celle d'un lac souterrain situé en plein massif et qui communique temporairement avec cette rivière.

Il va de soi que partout les échantillons d'eau ont été prélevés simultanément et le même jour, à l'endroit exact de la disparition des rivières et au point de leur réapparition au jour. De cette façon, nous avons pu déterminer assez exactement quelle était la valeur de l'action chimique totale et de celle spéciale au calcaire, dues toutes deux à la corrosion des eaux courantes dans le sous-sol.

## I. — GROTTÉ DE REMOUCHAMPS.

Le vallon de Sècheval (vallée sèche), que l'on pourrait plutôt appeler le « vallon des chantoirs », débouche dans l'Amblève, à Remouchamps, c'est-à-dire à une dizaine de kilomètres en amont du confluent de cette rivière avec l'Ourthe. Ce curieux vallon est environné d'une vaste zone caractérisée par de nombreux effondrements du sol, ou chantoirs, au fond desquels se perdent quantité de ruisseaux. Cette région, dont l'étude hydrologique détaillée a été commencée il y a quelques années par M. Ern. Van den Broeck et qui lui a révélé tant de choses intéressantes, devait être un des points que nous nous proposons de soumettre aux recherches analytiques.

La grotte de Remouchamps, située à l'entrée du vallon de Sècheval, est parcourue par un gros ruisseau, dénommé « le Rubicon », qui est la branche principale d'un inextricable réseau de ruisselets. Ces derniers, qui de la surface du sol disparaissent dans les nombreux chantoirs dont nous venons de parler, viennent rejoindre le Rubicon par voie souterraine, en effectuant des trajets de plusieurs kilomètres à vol d'oiseau, par les dédales de galeries inconnues. Le problème était donc très complexe.

Comme nous ne pouvions entreprendre une analyse chimique de chacun des multiples ruisselets qui s'engouffrent dans les chantoirs environnants, nous en avons choisi quatre, parmi ceux qui nous

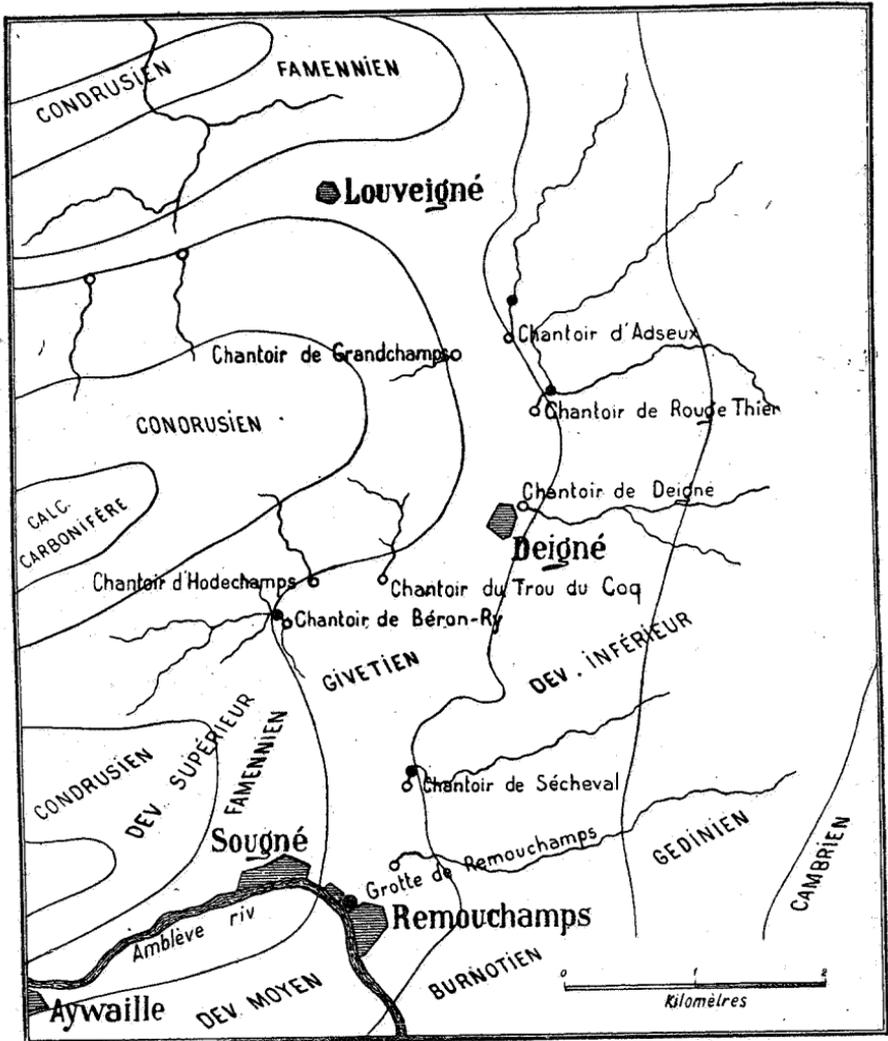


FIG 1. — VALLON DES CHANTOIRS, AU NORD DE REMOUCHAMPS.

Les points noirs indiquent l'endroit où les échantillons d'eau ont été prélevés.

paraissaient les plus notables et qui, en même temps, étaient situés à des distances variées de leur point d'émergence, c'est-à-dire de la grotte de Remouchamps. De plus, nous avons cherché, autant que pos-

sible, à les prendre de préférence parmi ceux qui coulent ou prennent leurs sources dans des terrains géologiques de nature différente. Nous avons ainsi pu faire un examen comparatif de leurs eaux de manière à pouvoir déterminer une moyenne assez exacte de la proportion des matières calcaires ou autres contenues dans ces nombreux ruisselets.

Du pont du « précipice » (grotte, endroit exact où les eaux ont été recueillies après leur passage dans les dédales de la grotte de Remouchamps, au chantoir le plus proche choisi pour l'analyse, le chantoir de Sècheval, la distance, à vol-d'oiseau, ne dépasse pas 1,000 mètres. Au moyen de la fluorescéine, M. Van den Broeck a montré d'une façon péremptoire que ce ruisseau met neuf heures à effectuer ce trajet, court en apparence. L'indication de ce fait a seulement pour but de montrer la complication des galeries et quels pourront être la longueur possible, les sinuosités, le nombre des siphons, etc., des canaux partant de chantoirs beaucoup plus éloignés. Du même point (pont du précipice) à l'engouffrement de Béron-Ry, la distance — toujours à vol d'oiseau — est de 2,500 mètres; jusqu'à l'effondrement de Rouge-Thier ou Trou-du-Moulin, il y a 4.100 mètres, et enfin de la grotte au grand chantoir d'Adseux nous trouvons 4,500 mètres.

Sur la carte ci-jointe (fig. 1) des environs de Remouchamps, nous avons indiqué les principaux chantoirs de la région qui nous occupe, ainsi que l'endroit du prélèvement des échantillons d'eau.

Tableau I.

Analyses de ruisseaux situés au nord de Remouchamps (avant leur disparition).

	DATE.	Température de l'air en centigrades.	Température de l'eau en centigrades.	Résidu fixe à 180° centigrades	Carbonate de chaux.	Proportion du carbonate de chaux en p. c. du résidu fixe
	1900			En grammes.		
N° 1. Entrée du chantoir d'Adseux . . .	22 mai	24	17°	0,100	0,0470	46
N° 2. Id. id. de Rouge-Thier.	22 mai	24	18°5	0,088	0,0308	35
N° 3. Id. id. de Béron-Ry. . .	»	24	17°	0,154	0,0705	45.78
N° 4. Id. id. de Sècheval. . .	»	24	18°5	0,058	0,0161	26.03

Commençons maintenant par faire connaître les résultats de l'analyse comparative des ruisseaux de la région nord de Remouchamps avant leur disparition dans le sol.

De l'examen du tableau I ci-dessus, il résulte que la composition de l'eau des différents chantoirs de Remouchamps présente de grandes divergences, aussi bien dans la proportion du résidu fixe que dans celle du calcaire.

Les eaux d'Adseux peuvent être prises comme moyenne exacte, pour la quantité de matières en solution (résidu fixe) de ces principaux chantoirs que nous avons choisis pour être soumis à des analyses comparatives. La proportion moyenne de calcaire contenue dans le ruisseau d'Adseux est un peu trop forte d'un huitième par rapport aux autres ruisseaux à engouffrement qui avoisinent Remouchamps. Nous en tiendrons compte pour l'évaluation de la corrosion calcaire, tout en faisant ici des réserves sur la précision mathématique de ce procédé de moyenne — malgré tous les soins qui y ont été apportés pour l'établir — à cause de l'extrême complication du régime hydrologique de la région.

**Tableau II.**

Analyse comparative Adseux-Remouchamps (avril et juillet).

	DATE.	Température de l'air en centigrades.	Température de l'eau en centigrades.	Acide carbonique libre ou bicombiné.	Acide carbonique fixe.	Acide carbonique libre ou bicombiné.	Acide carbonique fixe.	Résidu fixe à 180° centigrades.	Carbonate de chaux.	Proportion du carbonate de chaux en p. c. du résidu fixe.
N° 5. Entrée du chantoir d'Adseux . . .	4 avril	8°	5°5	0,0220	0,0138	11,12	6,98	0,058	0,0235	40,50
N° 6. Rubicon (grotte de Remouchamps) .	»	10°	8°5	0,0572	0,0024	28,93	46,78	0,204	0,1352	66,27
N° 7. Entrée du chantoir d'Adseux . . .	24 juill.	26°5	23°	0,0154	0,0418	7,78	21,14	0,104	0,0485	46,63
N° 8. Rubicon (grotte de Remouchamps) .	»	13°	11°	0,0396	0,0990	20,02	50,07	0,203	0,1352	66,60

Les analyses chimiques des eaux du chantoir d'Adseux et du Rubicon (grotte de Remouchamps), faites à deux saisons bien différentes l'une

de l'autre, en avril et en juillet, nous ont fourni de nombreux et utiles renseignements.

En avril, le ruisseau d'Adseux marquait la très basse température de 5°5 C., tandis qu'au mois de juillet, le thermomètre indiquait 23° C., soit une très forte augmentation. Le Rubicon était à la température de 8°5 C. en avril et seulement à 11° C. en juillet. Donc pour cette très grande différence que nous remarquons à Adseux entre avril et juillet, soit près de 18° C., nous ne constatons qu'un faible écart de température d'environ 2° C. dans le Rubicon. Nous voyons donc que les eaux se réchauffent en hiver et se refroidissent considérablement en été par le passage dans les galeries de la grotte de Remouchamps, pour conserver très sensiblement, au sein de cette dernière, la moyenne thermométrique de l'année. La longueur et la complication des canaux souterrains auxquels nous avons affaire ici sont évidemment la cause du rétablissement d'équilibre. Mentionnons également ce fait, que la température de l'air à l'intérieur de la grotte était, autant en avril qu'en juillet, de 2° C. supérieure à celle des eaux.

A Adseux, la proportion du résidu fixe était de 104 milligrammes en juillet, tandis qu'en avril elle n'était que de 58 milligrammes. Le Rubicon nous a fourni 203 milligrammes en juillet contre 204 milligrammes en avril.

Le carbonate de chaux nous donne 48 milligrammes en juillet et 23 milligrammes en avril à Adseux. Dans la grotte de Remouchamps, nous obtenons 155 milligrammes de chaux en juillet pour 155 milligrammes en avril.

Ces quelques chiffres, de même que ceux, plus complets, du tableau précédent, nous montrent, à toute évidence, qu'une énergique action corrosive est encore en jeu dans les profondeurs de la grotte de Remouchamps. De plus, nous voyons également ici que l'influence des saisons a une grande importance sur la puissance chimique des eaux.

La corrosion totale, ou mieux la totalité des matières fixes que nous retrouvons en solution dans ces eaux, et qui ont été enlevées dans les galeries du sol, est représentée par 99 milligrammes à la saison des chaleurs et par 146 milligrammes à l'époque froide, soit environ un tiers en faveur de la basse température. Si nous examinons maintenant l'ablation seule du calcaire, nous trouvons qu'elle est également en augmentation pendant la période froide et d'à peu près un quart.

Le contraire de ce que nous venons de voir se remarque à Adseux, où les eaux du ruisseau contenaient en juillet environ 50 % de matières solides en plus qu'en avril, soit de résidu fixe, soit de calcaire. La plus

notable quantité des matières trouvées ici à la période chaude proviendrait, semble-t-il, de la lenteur et du faible débit du ruisseau à cette saison; celui-ci, arrivé au chantoir, aurait ainsi eu le temps d'utiliser une partie relativement plus grande de son acide carbonique, comme ses eaux, par leur température élevée, auraient pu y dissoudre plus de produits de toute espèce. Des recherches seraient à faire à ce sujet.

Voici comment nous croyons pouvoir expliquer une plus puissante action chimique dans le sous-sol en hiver : Théoriquement, l'acide carbonique est plus soluble à froid qu'à chaud; ce qui paraît en concordance avec l'énergie corrosive souterraine que nous constatons à cette saison dans la grotte de Remouchamps. La plus grande pureté du ruisseau d'Adseux à la période froide, jointe sans doute à sa plus notable proportion d'acide carbonique, — la preuve certaine ne saurait en être donnée sans de nombreuses expériences, — serait ici la cause de cette action plus intense à basse température.

## II. — LA LOMME ET LA WAMME SOUTERRAINES.

La jolie petite ville de Rochefort occupe exactement le centre de cette région si étrange, dans les profondeurs de laquelle ces capricieuses rivières, la Lomme et la Wamme, vagabondent alternativement par voie souterraine et par voie de surface ou à l'air libre. (Voir fig. 2.)

Nous n'avons pas à entrer dans les détails complexes des multiples disparitions et réapparitions de ces rivières, ni des curieux phénomènes géologiques, tels que : effondrements, cavernes à inondations temporaires, etc., parce que cela sortirait du cadre de cette étude et, de plus, nous entraînerait beaucoup trop loin. Nous ne ferons donc qu'indiquer les premières disparitions de ces rivières, de même que leurs dernières réapparitions, c'est-à-dire les endroits précis où les échantillons d'eau ont été prélevés pour être soumis à l'analyse.

La première perte de la Wamme a lieu un peu en aval du village d'On, c'est-à-dire à environ 2 kilomètres de Jemelle, et la première perte de la Lomme se constate en aval et non loin de Jemelle. Selon toute probabilité, la dernière réapparition totale de ces deux rivières se fait ensemble au pied du rocher d'Éprave, autrement dit à plus de 8 kilomètres à vol d'oiseau et en aval de la première perte de la Wamme et à environ 5 1/2 kilomètres du premier engouffrement de la Lomme.

C'est par une source bouillonnante et tumultueuse que la réapparition

a lieu parmi les rochers et au milieu d'un site superbe. Nous engageons vivement les membres de la Société de Géologie qui ne connaissent pas cette belle résurgence à aller la visiter, parce qu'elle constitue, pensons-nous, le plus remarquable et en même temps le plus pittoresque phénomène de ce genre qui existe en Belgique. Nous croyons également qu'elle peut aussi être considérée comme la *fausse source* la plus abondante de notre pays.

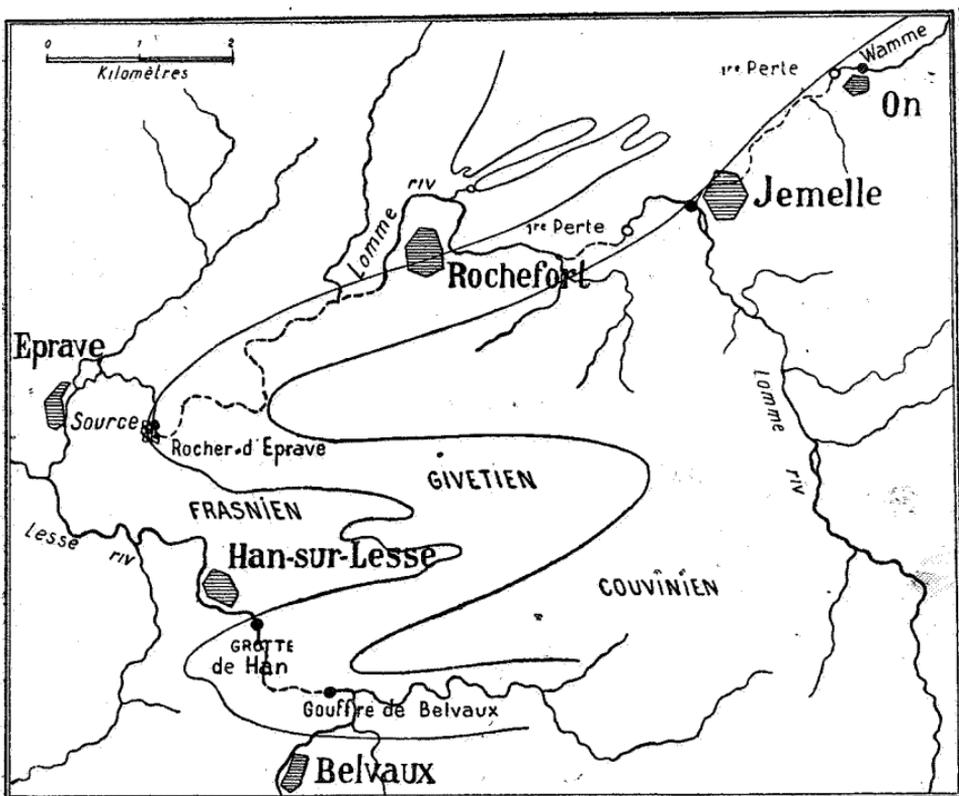


FIG. 2. — RÉGION DE HAN-ROCHEFORT.

Les points noirs indiquent l'endroit où les échantillons d'eau ont été prélevés.

Nota. — Les trajets indiqués en pointillé pour la Wamme et pour la Lomme ne sont pas les trajets souterrains, qui sont inconnus, mais les trajets partiels aériens et à débits restreints.

Le débit de ces deux rivières étant sensiblement le même à On et à Jemelle, à l'époque où le prélèvement des eaux a été fait pour être soumis à l'analyse, nous avons rempli la moitié d'un flacon à la perte d'On et la deuxième moitié a été remplie par les eaux de la première perte de la Lomme à Jemelle. De cette façon, nous avons pu prendre une moyenne approximative de la composition chimique de ces deux rivières. Un deuxième flacon a été puisé dans l'abondante source d'Éprave.

Il ne nous a pas été possible de renouveler ces analyses à deux époques différentes parce que, en hiver ou pendant les périodes pluvieuses, les lits aériens de ces deux rivières sont remplis d'eau. Alors la circulation à ciel ouvert et la circulation souterraine se confondent, et nous n'aurions pu, par conséquent, apprécier la corrosion chimique dans le sous-sol. N'ayant pas eu l'occasion de nous trouver sur place au moment favorable, nous ne pourrions donc étudier, pour le présent cas, l'influence des saisons.

Avant de parler des résultats de la corrosion par ces rivières, nous croyons devoir faire des réserves sur leur grande précision en raison de l'extraordinaire complication du système hydrologique en présence.

Faute de preuves, nous ne pouvons pas non plus déclarer, avec une certitude absolue, que la Lomme et la Wamme viennent, toutes deux et entièrement, surgir au pied du rocher d'Éprave. Espérons qu'un jour de concluantes expériences à la fluorescéine viendront confirmer la véracité de ce que nous croyons être exact.

**Tableau III.**

Analyse de la Lomme-Wamme et de la source d'Éprave.

	DATE.	Température de l'air en centigrades.	Température de l'eau en centigrades.	Acide carbonique libre ou bicombiné.	Acide carbonique fixe.	En grammes.		En grammes.		Proportion du carbonate de chaux en p. c. du résidu fixe.
						Acide carbonique libre ou bicombiné.	Acide carbonique fixe.	En volume centimètres cubes.	En grammes.	
N° 9. Lomme et Wamme (On et Jemelle)	17 mai	17° (à midi)	16°	0,0165	0,0176	8,34	8,90	0,030	0,0491	63,66
N° 10. Sortie Lomme et Wamme (au rocher d'Éprave).	»	14°5 (le matin)	9°5	0,0275	0,0440	13,90	22,25	0,090	0,0814	57,10

La température moyenne des eaux réunies de la Wamme et de la Lomme à leur première perte était très voisine de 16° C, ainsi que cela est indiqué dans le tableau III. Nous croyons utile de signaler ici une anomalie de température qui a été constatée dans la Wamme à On. Le 17 mai, jour du prélèvement des échantillons, le thermomètre mar-

quait 17° C. à l'air vers midi, et c'était la journée la plus chaude depuis longtemps. La Wamme, à l'ombre et sous le pont du village d'On, indiquait 17°5 C. (vérifié trois fois); la rivière était donc d'une température plus élevée que l'air ambiant. Nous croyons pouvoir expliquer cela par le rayonnement du soleil — le ciel était très pur — sur les cailloux qui, en amont, parsèment et émergent en grand nombre du lit, large et sans profondeur, de la Wamme. Ce renseignement a son importance au point de vue d'analyses futures, qui devraient être faites à cet endroit pendant les journées torrides de l'été. En effet, les eaux de cette rivière, de même que celles de la Lomme, s'échauffant très fortement par le rayonnement solaire, atteindraient alors, indiscutablement, une très haute température; ce qui exerce une notable action sur l'énergie de la corrosion souterraine, action variable suivant diverses causes que nous examinerons plus tard.

Passons à l'analyse chimique. Les eaux réunies de la Lomme et de la Wamme avant leur premier engouffrement dans le sol nous donnent 30 milligrammes comme quantité de résidu fixe, pour 90 milligrammes à leur point de résurgence générale au rocher d'Éprave. Nous trouvons donc 60 milligrammes de matières corrodées par les eaux souterraines. La proportion de ce résidu fixe est donc dans le rapport de trois (Jemelle, On) à neuf (Éprave); ce qui est considérable.

L'ablation seule du calcaire dans ce sous-sol compliqué, par suite du passage des courants de ces rivières, est représentée par 52 milligrammes, soit un peu plus de la moitié de la corrosion totale.

Les chiffres précédents nous montrent qu'une forte action chimique est en jeu dans ces inextricables canaux qui traversent la région calcaire comprise entre Jemelle et le rocher d'Éprave, énergie comparable à celle que nous avons constatée à Remouchamps. Comme à Remouchamps également, nous voyons ici que la corrosion calcaire domine, mais un peu moins fortement, dans la dissolution générale des matières solides.

### III. — GROTTÉ DE HAN.

Le massif de la Grotte de Han, traversé de part en part par la Lesse, est suffisamment connu de tous pour ne pas devoir en donner une description ni en indiquer la situation. La Lesse prend sa source dans la forêt de Luchy et, après un parcours d'une quarantaine de kilomètres, vient arroser le petit village de Belvaux, pour se précipiter bientôt

après et tout entière dans le superbe entonnoir rocheux connu sous le nom de gouffre de Belvaux. Après un trajet souterrain qui, à vol d'oiseau, ne dépasse pas 1,100 mètres, l'importante rivière revient au jour au Trou-de-Han, c'est-à-dire à la sortie de la Grotte de Han. (Voir la carte de la région Han-Rochefort.)

A Remouchamps et dans la région de la Wamme et de la Lomme, nous avons examiné successivement deux systèmes très complexes. Ici, la circulation de l'eau est infiniment plus simple. En effet, nous voyons une seule et très notable rivière traverser un massif constitué, comme dans les cas précédents, par le calcaire de Givet. Le volume énorme des eaux de la Lesse, joint à son engouffrement unique et à son trajet relativement très court dans le sous-sol, nous a permis de faire une étude plus facile et plus exacte de la corrosion chimique souterraine au sein de cette grotte qu'elle ne l'était pour Remouchamps.

En plus des résultats concluants que nous allons exposer maintenant, nous aurons à signaler tantôt diverses particularités spéciales à la grotte de Han ou plutôt à la Lesse, et qui peuvent jeter un jour intéressant sur le creusement des cavernes aux temps géologiques.

Comme à Remouchamps, des échantillons d'eau ont été prélevés en amont et en aval de la grotte, c'est-à-dire au gouffre de Belvaux et au Trou-de-Han. Voulant également rechercher quelle serait ici l'influence de la température sur l'énergie corrosive de la rivière, nous avons fait les mêmes opérations à deux époques différentes.

A Belvaux, les eaux de la Lesse, ainsi que le montre le tableau ci-après, offrent, comme à Remouchamps, une grande diversité de composition chimique suivant les saisons. Après leur passage dans la grotte de Han, nous remarquons aussi une action corrosive extrêmement variable d'après les conditions climatiques.

Le résidu fixe de la rivière au gouffre de Belvaux était de 38 milligrammes en avril contre 80 milligrammes au mois d'août. Par conséquent, nous y voyons une différence de 42 milligrammes, soit plus de 50 % en faveur de la période chaude. Ce qui est très intéressant à constater ici, c'est que cette augmentation de plus de 50 % à l'époque des hautes températures se retrouve presque mathématiquement dans les mêmes rapports après le passage de la grotte de Han, mais naturellement en quantités plus considérables par suite de la corrosion souterraine, comme 46 milligrammes est à 100 milligrammes.

Au gouffre de Belvaux, le carbonate de chaux était représenté par 17 milligrammes en avril et par 29 milligrammes en août; par consé-

quent, les eaux de la Lesse étaient plus fortement chargées de calcaire à la période chaude qu'à la saison froide, comme nous l'avons vu pour les chantoirs de Remouchamps.

A la sortie de la grotte de Han, contrairement à ce que nous avons

Tableau IV.

Analyse des eaux de la Lesse au gouffre de Belvaux et au Trou-de-Han (en avril et août).

DATE.	Température de l'air en centigrades.	Température de l'eau en centigrades.	En grammes.		Acide carbonique libre ou bicarbonate.	Acide carbonique fixe.	En volume centimètres cubes	En grammes.		Proportion du carbonate de chaux en p. c. du résidu fixe.	Silice.	Carbonate neutre de Magnésie.
			Acide carbonique libre ou bicarbonate.	Acide carbonique fixe.				Résidu fixe à 180° centigrades.	Carbonate de chaux.			
1900												
N° 11. Lesse au gouffre de Belvaux (grotte de Han) . . . . .	16	14°5	0,0198	0,0143	40,01	7,23	0,038	0,0176	46,34	»	0,0045	
N° 12. Lesse à la sortie de la grotte de Han . . . . .	13	13°	0,0451	0,0487	22,81	9,45	0,046	0,0205	44,56	»	0,0060	
N° 13. Lesse au gouffre de Belvaux (grotte de Han). . . . .	18	19°	»	»	»	»	0,080	0,0234	36,75	0,020	»	»
N° 14. Lesse à la sortie de la grotte de Han . . . . .	17	18°	»	»	»	»	0,400	0,0338	33,80	0,020	»	»

constaté dans la grotte de Remouchamps, nous remarquons que la corrosion du calcaire, de même que l'action chimique générale, est plus forte en août. Pourquoi? Nous croyons ne pouvoir émettre ici qu'une hypothèse pour tâcher de répondre à cette question. Il est probable qu'en été les eaux de la Lesse sont très fortement chargées d'acide carbonique produit par la décomposition de matières organiques végétales; ce qui leur donnerait cette plus forte puissance corrosive du calcaire en août qu'en avril. Ce ne serait donc pas l'acide carbonique provenant de l'eau pluviale qui, à Han, jouerait le rôle principal, comme à Remouchamps, mais bien l'acide carbonique de décomposition organique qui se produit plus abondamment aux hautes températures. L'action chimique générale, également plus énergique ici à l'époque des chaleurs, serait due aux eaux plus chaudes de la rivière qui possèdent ainsi des propriétés dissolvantes plus notables sur presque toutes les matières. Après son passage par la grotte, la Lesse conserve très sensiblement le même degré thermométrique que celui du gouffre de Belvaux; tandis qu'à Remouchamps les eaux, en raison de leur faible débit, de la multiplicité et de la longueur des canaux, se refroidissent considérablement dans les galeries souterraines. Ainsi s'expliquerait la plus intense dissolution générale par la rivière, en été, telle que nous l'avons trouvée à la sortie de la grotte de Han.

Au mois d'août, la Lesse nous a fourni à Belvaux une quantité assez notable de silice (20 milligrammes), que nous avons recueillie exactement en même poids (20 milligrammes) au Trou-de-Han; par conséquent, la dissolution des matières siliceuses est nulle dans les dédales de la grotte.

En avril, 1  $\frac{1}{2}$  milligramme de carbonate de magnésie a été enlevé dans les galeries souterraines par la corrosion des eaux de la Lesse. Très probablement, cette proportion est plus notable en août; malheureusement, faute d'avoir alors une quantité suffisante d'eau, nous n'avons pu le constater.

#### IV. — LA LESSE ET LE PUIIS-DES-VEAUX.

Nous avons affaire ici à un cas absolument différent des trois précédents. Le Puits-des-Veaux, vaste effondrement de caverne qui se creuse sur la déclivité d'une montagne calcaire (Waulsortien) de la commune de Furfooz, est situé au centre d'un massif contourné par une boucle de la Lesse. Le fond de ce puits est occupé par un lac, en

grande partie invisible, qui communique temporairement avec la rivière aux périodes de fortes crues, ainsi que cela a été observé le 6 décembre 1900.

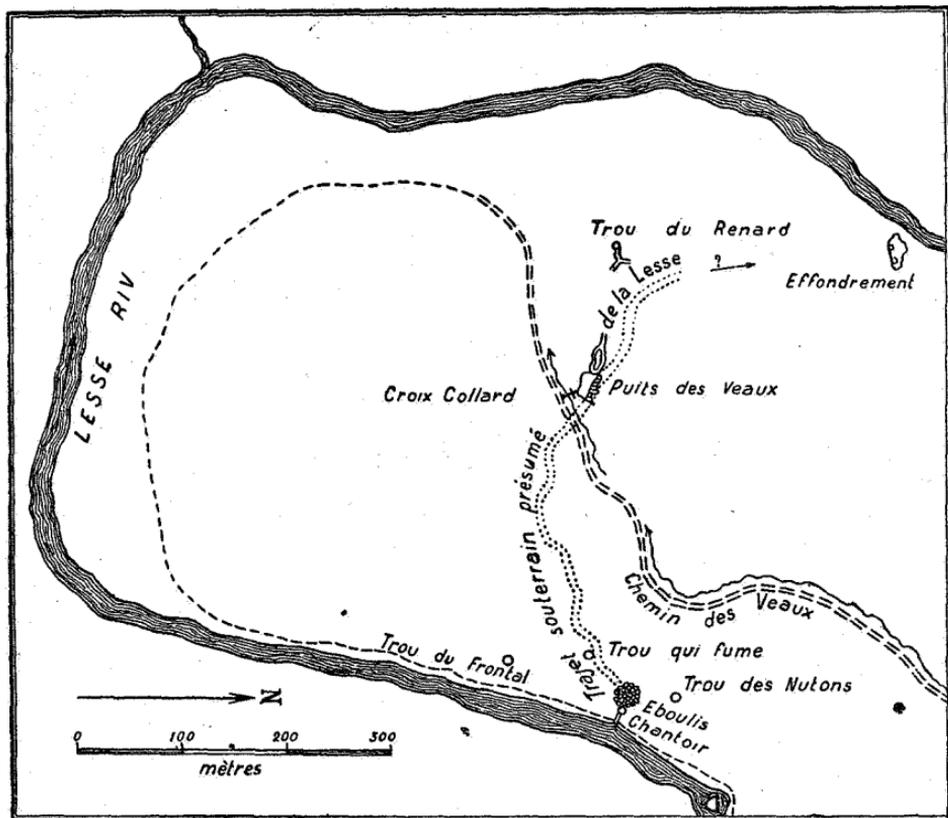


FIG. 3. — Croquis montrant la communication souterraine probable de la Lesse avec le Puits-des-Veaux.

Il nous a paru utile de rechercher s'il y avait de notables différences entre la quantité de chaux en solution dans les eaux du Puits-des-Veaux et dans celles de la Lesse. Nous avons donc prélevé des échantillons dans ce lac souterrain et dans la rivière à l'endroit où celle-ci, lorsqu'elle est en crue, s'engouffre dans un chantoir pour atteindre le Puits-des-Veaux. A vol d'oiseau, la distance entre ces deux points est d'environ 500 mètres.

Nous voyons qu'en juillet, le résidu fixe des eaux de la Lesse à Furfooz était de 92 milligrammes pour 170 milligrammes au Puits-des-Veaux. La quantité de carbonate de chaux était représentée par

58 milligrammes dans la rivière pour 97 milligrammes dans le lac souterrain.

**Tableau V.**

Analyse des eaux de la Lesse et du Puits-des-Veaux.

	DATE.	Température de l'air en centigrades.	Température de l'eau en centigrades.	Résidu fixe à 180° centigrades.	Carbonate de chaux.	Proportion du carbonate de chaux en p. c. du résidu fixe.
	1900	En grammes.				
N° 45. Lesse à Furfooz . . . . .	19 juillet	30°?	24°	0,092	0,0388	63,91
N° 46. Eau du Puits-des-Veaux . . .	»	?	41°5	0,170	0,0970	57,05

La différence entre le résidu fixe de la Lesse et celui du Puits-des-Veaux est donc de 78 milligrammes en faveur de ce dernier, et dans ce poids, la chaux compte pour 58 milligrammes, soit 50 % de la dissolution totale. L'eau stagnante exerce donc, semble-t-il, une action corrosive sur les roches qui la contiennent. Nous n'avons pas à entrer dans des considérations à ce sujet, parce que des causes d'infiltrations ou d'autres encore, telles que l'engouffrement d'un ruisseau supérieur, etc., qui sortent du cadre de cette étude, peuvent modifier la composition de la nappe liquide et par conséquent fausser les déductions que l'on pourrait en tirer.

### CONCLUSION.

Les analyses dont nous venons d'examiner successivement plusieurs cas de nature bien différente, nous permettent de dire, d'une façon générale, que la corrosion par les rivières souterraines est encore très notable de nos jours, et que ces actions chimiques sont considérablement influencées par les conditions climatiques.

Pour ne citer qu'un exemple très concluant de sa puissance chimique et de ses variations suivant les saisons, nous n'avons qu'à jeter

un coup d'œil sur le tableau IV d'analyses. Nous y voyons que la Lesse a enlevé en juillet 20 milligrammes de matières solides aux parois rocheuses par son passage dans la grotte de Han, ce qui représente un cinquième de tout ce que la rivière et ses affluents avaient dissous depuis leurs sources jusque Belvaux.

Les ramifications de tous ses ruisseaux supérieurs, joints au cours de la rivière depuis son origine jusqu'au gouffre de Belvaux, représentent une longueur de plus de 250 kilomètres, alors que le passage de la rivière dans les galeries de la grotte de Han ne doit pas dépasser environ 2 kilomètres, d'après les récentes expériences de M. Ern. Van den Broeck. Non seulement les affluents d'amont se répartissent sur une distance cent vingt-cinq fois plus longue que le trajet souterrain à Han, mais ils proviennent de plus de cent sources, dont chacune amène, par corrosion produite dans ses infiltrations supérieures, son contingent de matières en solution.

Le quatrième tableau nous donne aussi un bel exemple de variabilité suivant les saisons. Nous y constatons qu'en avril l'ablation totale n'est que de 8 milligrammes, pour 20 milligrammes en août; en d'autres termes, l'action chimique est affaiblie de 50 % à la basse température. Nous devons toutefois ajouter que l'énergie corrosive est soumise à de multiples variations provenant de diverses causes qui, pour certains cas particuliers et dans certaines circonstances, peuvent agir de façon différente. C'est ainsi qu'à Remouchamps nous avons vu la puissance chimique augmenter d'un tiers à la période froide, tandis qu'à Han nous venons de dire qu'elle s'affaiblissait de plus de 50 % à la même période. Une série de nombreuses analyses et de recherches devraient être faites, de tous côtés et à plusieurs saisons, pour pouvoir connaître avec quelque certitude les causes de ces variations.

Terminons par une démonstration dont le but est de mettre en lumière, au moyen de quelques chiffres basés sur nos analyses, quelle est actuellement l'intensité de l'action chimique dans les galeries souterraines. Pour cela nous avons demandé à M. G. Henin, contrôleur de la grotte de Han, de bien vouloir faire des mesurages — suivant des indications très précises qui lui avaient été envoyées — pour nous permettre d'établir le débit de la Lesse à la sortie de la grotte. Nous ne saurions assez le remercier pour l'exactitude et le soin qu'il a apportés à nous donner tous les renseignements nécessaires. Notre ami Jos. Lagasse, de Remouchamps, a également droit à notre reconnaissance pour la peine qu'il a prise de nous fournir les mêmes données pour le Rubicon.

Les eaux de la Lesse, au moment du mesurage, étaient à leur niveau normal. La base des chiffres qui vont suivre sera donc appuyée sur le débit de la rivière tel qu'il a été constaté alors, et nous le supposerons égal toute l'année. Les résultats ne seront donc qu'une approximation, mais cependant aussi exacte que possible.

D'après le résidu fixe (action chimique totale) de 20 milligrammes par litre en juillet, qui a été dissous par le passage de la Lesse dans les galeries de Han et d'après le jaugeage des eaux de la rivière, nous pouvons dire qu'en une minute 3<sup>es</sup>, 480 de matières en solution sortent de la grotte, en plus que ce qui y entre; en une heure 218<sup>es</sup>, 800; en un jour 5.150<sup>es</sup>, 200. Enfin, en supposant la corrosion égale toute l'année, nous trouvons la quantité énorme de 1.879.750 kilogrammes de produits dissous et charriés par les eaux à l'extérieur.

Si l'on multipliait ces chiffres par le nombre incalculable de siècles qu'il a fallu pour former les cavernes et si l'on se reportait aux périodes où d'abondantes précipitations atmosphériques caractérisaient certaines époques du Quaternaire, on se rendrait compte, bien clairement, de ce que pourrait produire la puissance de l'action chimique souterraine se prolongeant au cours des temps. Le creusement de ces immenses vides que l'on remarque dans la grotte de Han, par exemple la salle du Dôme, s'explique plus aisément par l'énergique corrosion que nous venons d'entrevoir, sans qu'il soit nécessaire pour cela d'y faire entrer en jeu la force des actions mécaniques. Nous ne nions pas cependant le concours parfois important de ces dernières dans certains cas ou dans des circonstances spéciales; mais nous pensons que l'action chimique des eaux courantes, provenant soit d'engouffrements multiples, soit d'infiltrations très rapides aux temps anciens, a été, et de beaucoup, le facteur principal du creusement des galeries dont nous nous sommes occupés.

Un exemple nous en est offert à Remouchamps. Il nous représente assez bien, semble-t-il, mais en diminutif, ce que devait être autrefois le mode général de creusement des cavernes. Le jaugeage du Rubicon, qui a été fait en hiver au « précipice », c'est-à-dire à la sortie de la grotte et à un moment où le ruisseau dépassait un peu son niveau normal, va nous permettre de montrer quelle est la puissance de l'action chimique totale, comme nous venons de le voir pour Han. Nous prendrons comme base du calcul le chiffre de 146 milligrammes de matières fixes par litre enlevés en avril dans les dédales du sous-sol, et nous supposerons que le débit du ruisseau et son action corrosive restent les mêmes durant toute l'année. Si le volume des eaux de la

Lesse est de beaucoup plus considérable que celui du Rubicon, par contre la quantité de produits corrodés souterrainement par ce dernier est supérieure à celle de la Lesse de plus de sept fois. C'est ainsi que, malgré le faible débit du Rubicon, environ 259 litres à la seconde, on peut dire qu'en une minute ses eaux charrient au dehors 2<sup>kg</sup>, 268 de matières en solution; en une heure 156 kilogrammes; en un jour, 3.265 kilogrammes, et enfin en une année 1.191.725 kilogrammes.

Tout ce que nous venons de dire nous montre qu'un vaste champ de recherches est ouvert à celui qui voudrait entreprendre une étude chimique détaillée de nos rivières souterraines — dont notre étude n'est à peine qu'une ébauche. Nous sommes convaincus que de nouvelles et plus complètes analyses, faites à cinq ou six époques différentes de l'année, apporteraient des résultats d'un grand intérêt scientifique qui contribueraient à mieux faire comprendre certaines phases du creusement chimique des cavernes, notamment les variations de l'énergie corrosive dans les temps géologiques suivant les conditions climatiques qui les régissaient.

M. Murlon remercie M. Rahir des communications qu'il vient de faire et le félicite du soin et de l'enthousiasme qu'il apporte dans ses travaux de recherches, qualités qu'il lui a été permis de constater personnellement. Il adresse également ses félicitations à son dévoué collaborateur M. J. Du Fief, dont les consciencieuses opérations chimiques ont permis de mettre si bien en évidence les intéressants résultats qui viennent d'être exposés.

Étant donné l'ordre du jour très chargé de la séance, la discussion éventuelle des précédentes communications est remise au moment où nos collègues pourront, dans le premier fascicule du *Bulletin* de 1901, avoir sous les yeux le texte imprimé de ces communications.

#### A. RUTOT. — Sur une preuve de l'existence de l'homme sur la crête de l'Artois avant la fin du Pliocène.

En revoyant en détail les très nombreux spécimens de silex d'industrie reutelienne que j'ai recueillis à la base des dépôts quaternaires de la terrasse supérieure de la vallée de la Lys, j'ai pu faire une observation qui tendrait à démontrer l'existence de l'homme sur la crête de l'Artois avant la fin du Pliocène.

A la suite de diverses considérations, qu'il est inutile de reproduire

ici, j'en suis arrivé à montrer que l'important cailloutis de silex qui couvre le fond de la terrasse supérieure de la vallée, comprise entre les altitudes 40 et 80 mètres au-dessus du niveau de la mer, a été déposé, comme cailloutis fluvial, par des eaux torrentielles, tout à la fin de l'époque pliocène.

C'est seulement lorsque les eaux se furent retirées, pendant la première période glaciaire quaternaire, dans le thalweg des vallées, que les berges caillouteuses asséchées permirent aux familles humaines de s'établir à leur surface et d'en utiliser les éléments d'une manière spéciale et caractéristique; ce qui nous autorise à distinguer cette industrie de celles précédemment connues et à lui attribuer le nom d'*industrie reutelienne*.

Le cailloutis qui couvre, sur une vaste étendue, le fond de la terrasse supérieure est composé, en proportion à peu près égale, de rognons irréguliers, volumineux, souvent entiers, parfois brisés, de silex et de cailloux roulés ou galets de silex.

Les premiers proviennent de la désagrégation des couches d'argile à silex qui s'étaient formées par altération de la surface de la craie à silex constituant le sommet de la crête de l'Artois; pendant la période continentale des derniers temps de l'époque pliocène, les eaux douces ont délavé cette argile à silex et en ont charrié les éléments lourds dans le fond de l'immense vallée de la Lys, creusée dans l'Éocène inférieur (étage panisélien).

Les seconds proviennent du démantèlement, sur place, des couches du Pliocène moyen ou Diestien, dont le sommet est constitué par des amas épais de ces cailloux roulés.

Lorsqu'on examine les éléments du cailloutis amené dans le fond de la vallée de la Lys vers la fin de l'époque tertiaire, on reconnaît donc que les silex roulés ou galets sont généralement intacts, ainsi que les rognons ou éclats de couleur rouge ou jaune; tandis que les rognons de silex noir portent, en grand nombre, des traces évidentes de percussion non accidentelle, mais intentionnelle.

Ces percussions ont produit, à la surface des rognons de silex noir, deux effets différents, selon que les coups portés étaient violents ou faibles et répétés.

Les coups violents, portés sur un même point, ont détaché toute une série de longues esquilles partant du point de frappe et s'écartant progressivement comme les rayons d'une étoile.

Les coups, ménagés et souvent répétés, produisent, par l'enlèvement d'une multitude de tout petits éclats, une surface rugueuse d'aspect

subcristallin, tout particulier, résultant de l'écrasement de la surface frappante.

Enfin souvent, des tubercules, gênants pour la préhension, ont été abattus; d'autre part, des percuteurs, employés trop brutalement, se sont brisés en plusieurs grands fragments.

Donc l'utilisation et l'accommodation des rognons de silex noirs à l'époque reutelienne ont été, pour les rognons utilisés, la cause d'une multitude de cassures diverses.

D'une manière très générale, toutes ces cassures ne se sont pas patinées dans la suite des temps, et, lors de la crue moséenne, correspondant au premier interglaciaire, toutes ces cassures ont simplement reçu, par suite du frottement des eaux chargées de sable qui avaient de nouveau recouvert tout le cailloutis, le beau poli bien connu de beaucoup de pièces quaternaires.

L'ensemble d'une série de silex d'industrie reutelienne se présente donc sous forme de rognons à croûte lissée, gris sombre, fond sur lequel ressortent vivement les belles surfaces noires à aspect luisant et gras des cassures.

Mais lorsque l'on a devant soi d'importantes séries pour lesquelles la recherche de la « belle pièce » n'a pas été l'unique préoccupation, on distingue çà et là des pièces à facettes d'utilisation évidente et cependant complètement patinées.

Enfin, on en distingue d'autres qui, bien que portant des facettes d'utilisation évidente, entièrement patinées, présentent aussi d'autres facettes d'utilisation, recoupant les précédentes et montrant le beau noir luisant des pièces fraîches.

D'une manière générale aussi, les pièces à cassure noire et polie présentent des angles vifs. Ces angles et arêtes ont toutefois toujours perdu leur tranchant vif par l'action même qui a opéré le polissage des facettes.

D'autre part, les pièces à facettes d'utilisation entièrement patinées ont un aspect très sensiblement plus roulé que celles non patinées, et les arêtes vives sont remplacées par des raccords courbes très accentués.

Enfin, chez les pièces qui présentent à la fois des facettes patinées et des facettes qui ne le sont pas, tous les angles des facettes patinées sont fortement arrondis, tandis que les angles des facettes noires et polies sont simplement émoussés.

A mon avis, à ces constatations une conclusion rationnelle s'impose.

Les instruments entièrement patinés et roulés découverts dans le

cailloutis de la Flandre sont venus, *portant déjà leurs traces d'utilisation*, comme simples éléments du cailloutis, avec la masse des rognons non utilisés.

Or, comme le dépôt, par les eaux torrentielles, du cailloutis de la Flandre s'est opéré tout à la fin du Tertiaire, il s'ensuit que les instruments dont il est question avaient déjà été utilisés, sur la crête de l'Artois même, par des populations pré-reuteliennes qui s'y étaient établies avant la fin du Tertiaire.

D'autre part, les instruments en partie patinés et en partie non patinés sont des instruments déjà utilisés à l'époque pliocène, charriés par les eaux comme éléments lithologiques du cailloutis et inconsciemment repris par les populations reuteliennes du commencement du Quaternaire, dans la vallée de la Lys, pour de nouveaux usages.

Il est hautement probable que des recherches faites sur place, sur la crête de l'Artois, feraient découvrir des gisements *in situ* de silex utilisés tertiaires.

J'ajouterai, du reste, que j'ai déjà recueilli, il y a nombre d'années, quantité d'instruments du type reutélien au Cren d'Escalles et en général au sommet des falaises du cap Blanc-Nez, situées précisément sur la ligne de la crête de l'Artois.

Enfin, je ferai remarquer combien les résultats de ces nouvelles observations concordent avec ceux qui découlent de l'étude des matériaux de l'alluvion pliocène à faune de l'*Elephas meridionalis* de Saint-Prest, qu'a bien voulu me faire parvenir M. Lavielle.

A Saint-Prest, comme sur la crête de l'Artois, des populations humaines ont dû exister et ont utilisé le silex exactement de la même manière, c'est-à-dire en l'employant presque exclusivement pour la percussion.

C'est donc en réalité vers la fin du Tertiaire que l'industrie reutélienne a pris naissance.

Lorsqu'on songe maintenant combien peu de recherches semblables à celles auxquelles je me livre sont effectuées, combien les industries anciennes ne comportant pas de « pièces à effet » qui « tirent l'œil » sont méconnues et incomprises, on peut conclure que nombre de découvertes importantes de cette espèce pourront être faites dès que l'exploration nouvelle des hauts plateaux à affleurements créacés sera sérieusement entamée.

En Angleterre, où l'attention des savants est mise en éveil depuis une quinzaine d'années, les recherches ont déjà conduit à d'importants résultats.

Outre la découverte des silex dits « éolithiques » au sommet du Chalk-Plateau du Kent, sur lesquels j'ai déjà formulé un avis et dont je reparlerai ci-après, une trouvaille des plus importantes a été signalée, dès 1897, par M. W. J. Lewis Abbott, dans sa note intitulée : *Worked flints from the Cromer Forest bed*. (NATURAL SCIENCE, 1897.)

Si je puis en juger d'après les figures publiées, les silex rencontrés par M. Abbott dans la couche ferrugineuse dite *Elephant bed* du Cromer Forest bed, sont en tous points semblables à ceux de la crête de l'Artois, à ceux de Saint-Prest et à ceux du Reutelien de la Flandre. Ce sont bien des percuteurs, généralement assez volumineux, montrant nettement les traces de la percussion.

D'autre part nos confrères anglais, MM. Harrisson, S. Kennard, P. Martin, qui s'occupent spécialement de la question des silex « éolithiques » du Chalk-Plateau du Kent, m'affirment, contrairement à ce que Prestwich en a dit, que l'on rencontre des « éolithes » non pas seulement à la *surface* du *drift* des hauts plateaux, mais *dans* et même à assez grande profondeur dans ce *drift*, puisqu'il faut effectuer des fouilles de plusieurs pieds de profondeur pour les découvrir. Ils continuent donc à considérer ces derniers comme tertiaires.

Ce fait change la face de la question des silex du Chalk-Plateau, en ce sens qu'il y a maintenant à distinguer les silex appartenant réellement au *drift* et ceux que l'on rencontre à sa surface.

En toute évidence, les silex « utilisés » rencontrés *dans le drift* lui appartiennent, et comme tous les géologues admettent que ce *drift* est Pliocène, il est tout aussi certain que les silex qu'il renferme sont d'âge pliocène et un peu plus anciens que le *drift*, car celui-ci, étant un dépôt d'eaux torrentielles, est venu recouvrir de ses sédiments le cailloutis précédemment occupé par la peuplade qui les utilisait.

M. P. Martin, à qui j'ai envoyé une série de silex mesviniens types de l'exploitation Helin, à Spiennes, me dit que les types mesviniens ne se rapportent pas à ceux des « éolithes » que l'on recueille *dans le drift*, mais à ceux que l'on trouve sur le *drift* et sur la haute terrasse des vallées.

Il y a donc encore là de précieuses indications pour la connaissance de l'homme tertiaire, et il ne se passera plus guère de temps avant que de nombreux gisements, rationnellement interprétés, nous aient fourni des indications précises sur l'industrie et sur les mœurs de l'homme pliocène.

#### 4° Programme d'une étude scientifique des sables boullants.

La convocation envoyée aux membres de la Société pour la séance de ce jour était accompagnée d'une notice développant le n° 4 de l'ordre du jour, et qui était rédigée comme il suit :

### APPEL AUX MEMBRES

DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE.

---

### PROGRAMME PROVISOIRE

#### POUR L'ÉTUDE DES SABLES BOULANTS.

Les sables boullants et les argiles fluentes ont toujours été une cause de grandes difficultés pour les architectes et pour les ingénieurs.

Sous ce rapport, l'histoire de nos travaux publics est pleine d'exemples de difficultés péniblement vaincues et de difficultés non encore vaincues. Ce dernier cas se présente pour la tranchée du canal de jonction de la Lys à l'Yperlée, au sujet de laquelle M. *Froidure*, ingénieur des ponts et chaussées à Ypres, a publié en 1897 et en 1900 d'excellents articles dans les *Annales des travaux publics de Belgique*.

Les articles de M. *Froidure* examinent d'une façon complète et approfondie la question des argiles fluentes, et contiennent aussi quelques aperçus très intéressants sur la question des sables boullants.

Ces articles ont suggéré à l'un de nos collègues le désir de nous voir faire une étude méthodique et complète de toutes les questions relatives aux sables boullants.

Voici, dans sa pensée, quel pourrait être le cadre de cette étude :

- 1° Examen microscopique des sables à étudier.
- 2° Établissement d'une échelle des grosseurs des sables.
- 3° Mesure de la quantité d'eau que les différents sables sont susceptibles d'absorber.
- 4° Mesure de la capillarité, ou force ascensionnelle de l'eau dans le sable.

## CONCLUSION ÉVENTUELLE :

Division des sables en sables drainables et sables non drainables ; autrement dits : sables dont le caractère boulant est permanent, et sables dont le caractère boulant est accidentel.

En acceptant d'entreprendre cette étude, un groupe de nos collègues sollicite le concours de ceux des membres de la Société belge de géologie qui, comprenant l'importance de cette question d'*intérêt général*, voudraient bien apporter des éclaircissements *techniques* ou *scientifiques* sur le problème en vue.

Il conviendrait, tout d'abord, de *compléter* et de préciser le programme ci-dessus, de réunir le plus grand nombre possible d'observations *sérieusement faites* et de faits *précis*, ainsi que de dresser la *bibliographie* de la matière.

*Le Secrétaire général,*

E. VAN DEN BROECK.

M. le *Président*, avant d'aborder le sujet faisant l'objet de la quatrième communication annoncée, savoir : *Appel aux membres de la Société belge de géologie en vue d'une étude scientifique des « sables boullants »*, à l'occasion de *travaux souterrains à exécuter à Bruxelles*, attire l'attention de ses nombreux collègues présents à l'assemblée (1) sur l'importance qu'il faut donner à cette question des « sables boullants » et exprime le désir que, dans cette étude, on se confine exclusivement dans le domaine scientifique, de manière à éviter les écueils dont une question d'application de cette nature pourrait se trouver hérissée.

Indépendamment de la question des sables boullants, il y a celle des grands travaux souterrains qui vont être entrepris à Bruxelles pour le raccordement de deux lignes de chemin de fer.

Pour ces travaux, le *Gouvernement* ne s'est pas seulement inspiré des idées techniques de l'œuvre à accomplir, mais il s'est aussi inquiété du côté géologique de la question, et la preuve en est dans la nomination d'une *Commission géologique* instituée à cette fin et composée de trois membres pris dans le sein même de la Société belge de géologie.

Bien que la situation ainsi créée pour ceux-ci soit quelque peu embarrassante vis-à-vis de cette dernière, en présence de la responsabilité que ces trois membres ont à assumer à l'égard du *Gouvernement*,

(1) Une *cinquantaine* de membres assistaient à la séance.

M. *Mourlon* estime que l'étude des sables bouillants, resserrée exclusivement dans les limites que lui assigne la science, mérite toute l'attention de nos confrères, et il émet le vœu de voir jaillir la lumière de la discussion à laquelle cette étude sera soumise et qui, dans ces conditions, ne peut manquer d'aboutir.

Il ne faut pas perdre de vue, dit-il, que les travaux de la Société seront suivis par le public, par la presse, qui s'en emparera, et il importe surtout, en prévision de cette situation, d'éviter de provoquer des craintes parmi la population, qui n'a déjà que trop de tendance aux idées préconçues.

Il faut de plus, ajoute-t-il, féliciter le *Gouvernement* de la prudence avec laquelle il a agi en demandant l'avis de spécialistes de la Société, dont la compétence est ainsi affirmée une fois de plus.

La Commission géologique, adjointe par le *Gouvernement* aux techniciens appelés à diriger l'œuvre, est composée de MM. *M. Mourlon*, président de la Société et directeur du Service géologique; *A. Renard*, ancien président de la Société, et *A. Rutot*, auteur des levés géologiques au 20 000<sup>e</sup> de la planchette de Bruxelles.

M. *Van den Broeck* se rallie à la manière de voir de M. le Président, qui sera aussi celle de tous nos collègues, il n'en doute pas.

La Société belge de géologie n'a à s'occuper que du côté scientifique de la question, dans ses rapports avec notre spécialité, et l'appel qui a été adressé aux membres a été rédigé strictement dans cet esprit et dans le but d'éclairer à la fois les techniciens et les géologues de la Commission gouvernementale et tous ceux, si nombreux de par le monde, que des éclaircissements apportés sur la question du « bouillant » intéressent, aussi bien au point de vue technique que scientifique.

Au surplus, cette question des sables bouillants se caractérise d'elle-même; il a suffi de la mettre à l'ordre du jour pour recevoir, sur cette résolution, les avis les plus élogieux, des promesses de puissants concours et des encouragements nombreux des savants du pays et de l'étranger.

M. le *Secrétaire général* donne ensuite lecture du résumé ci-après de la correspondance qu'il a reçue relativement à cette question.

---

**Correspondance reçue au sujet du projet d'étude scientifique, par la Société, de la question des sables boullants.**

M. le Secrétaire général résume cette correspondance, reçue dès l'annonce du programme proposé par la Société, et dont le développement et le contenu montrent que celle-ci peut largement compter sur l'adhésion et sur le concours de ses membres les plus distingués, les plus compétents.

De nos collègues belges, nous avons déjà reçu, outre des approbations orales nombreuses, de multiples lettres d'adhésion, d'offres de concours et de félicitations. Ainsi, M. *Brouhon*, directeur du Service des eaux à Liège, nous fait espérer, après la clôture d'une affaire, précisément en litige actuellement, sur cette question, un exposé fort instructif sur la matière. Il en est exactement de même avec M. *J. Cornet*, professeur à l'École des Mines de Mons.

M. le commandant *E. Cuvelier*, professeur de géologie à l'École militaire, nous promet son concours éclairé.

M. *F. De Schryver*, Ingénieur en chef, Directeur des travaux des installations maritimes de Bruxelles, fait remarquer qu'il a installé sur les chantiers des travaux du port de Bruxelles, un laboratoire d'essais de matériaux, qu'il met à notre disposition comme pouvant peut-être convenir pour faire certaines expériences techniques sur les sables boullants. Il nous promet son dévoué concours à l'œuvre collective et signale que les fouilles du bassin maritime du futur port de Bruxelles atteignent en ce moment les *boullants*, représentés par des sables fins très aquifères, interstratifiés dans des alluvions grises limoneuses. Lorsqu'on opère le drainage, l'eau contenue dans ces sables délaie les particules argileuses et transforme les limons en terrains très peu consistants.

M. l'ingénieur *Flamache*, professeur à l'Université de Gand, accorde volontiers son concours; il considère que cette étude possède une importance capitale, surtout en ce moment, pour ce qui concerne les grands travaux souterrains en vue pour Bruxelles.

M. *Froidure*, ingénieur des ponts et chaussées, à Ypres, auteur d'études intéressantes traitant des dépôts boullants et surtout des argiles fluentes, qui contrarient encore avec tant de persistance les travaux du canal de la Lys à l'Yperlée, fournit de précieux renseigne-

ments bibliographiques et se tient à la disposition de la Société pour tous autres renseignements.

M. l'ingénieur *Gobert*, qui est le collègue ayant le premier exprimé le désir de voir la Société s'occuper de la question et dont le programme provisoire figure dans l'appel adressé aux membres, se tient évidemment tout à notre disposition pour nous aider.

M. *Kemma*, directeur des *Water-Works* d'Anvers, se chargera volontiers d'exposer les méthodes d'analyse mécanique des sables, pratiquées en Amérique pour les distributions d'eau.

M. *Klément*, chimiste et conservateur au Musée royal d'histoire naturelle à Bruxelles, est d'accord avec presque tous les auteurs de la correspondance ici résumée pour signaler qu'il n'existe pour ainsi dire pas de bibliographie relative aux sables bouillants et que tout reste encore à faire, même dans cette voie d'introduction à l'étude proposée. Il signale que notre confrère des Pays-Bas, M. *Schroeder van der Kolk*, s'est occupé longuement des sables hollandais, quoique assez spécialement, il est vrai, au point de vue de leur composition minéralogique. M. *Klément* veut bien promettre ses bons offices pour l'étude mise à l'ordre du jour.

M. *L. Monnoyer*, entrepreneur à Bruxelles, espère également pouvoir nous être utile au cours des études proposées.

M. l'ingénieur hydraulicien *Moulan*, empêché par l'état de sa santé de se rendre à la séance, a la gracieuseté de nous envoyer une longue et très intéressante lettre, des plus suggestives, dont il sera donné lecture complètement dans quelques instants.

M. l'ingénieur *L. de Somzée* nous envoie, pour le nouveau rayon spécial qui s'ouvre dans notre bibliothèque d'applications géologiques, une notice publiée à Bruxelles en 1897 et fournissant la description d'un système breveté de captage d'eau des sables aquifères, applicable à l'exécution des travaux souterrains dans les sables bouillants.

M. le baron *Oct. van Ertborn*, l'expérimenté foreur de puits artésiens, qui a eu à lutter souvent contre les sables bouillants de nos plaines tertiaires, nous promet un concours que sa longue expérience nous fait prévoir des plus fructueux.

M. *Th. Verstraeten*, l'ancien directeur du Service des eaux de la ville de Bruxelles, nous laisse sans doute espérer un concours analogue lorsqu'il nous rappelle qu'il a naguère exécuté des kilomètres de galeries de drainage dans les sables bouillants qu'il a eu à combattre lors de la construction du réseau alimentaire établi sous le sol du bois de la Cambre et de la forêt de Soignes.

Enfin M. le commandant du génie *J. Willems* s'inscrit également volontiers pour nous apporter son précieux concours dans le nouveau programme d'études pratiques que compte aborder la Société.

De l'étranger, les sympathies et les adhésions nous sont également arrivées nombreuses, en même temps que des données précieuses pour l'étude proposée.

M. *P. Arrault*, de Paris, l'ingénieur foreur de puits artésiens, bien connu, nous envoie une lettre dont le contenu sera fourni plus loin, à la suite de l'extrait d'une communication intéressante de M. *J. Bergeron*, professeur de géologie à l'École centrale des Arts et Manufactures de Paris.

M. *Bleicher*, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, nous dit que s'il nous paraît que la micrographie puisse venir en aide, il met ses lumières et sa technique microscopique à notre disposition et nous prie de lui envoyer des échantillons de sable bouillant à examiner.

M. *Paul Choffat*, le distingué géologue du Service géologique portugais et champion zélé de la géologie appliquée, nous rappelle ce qu'il a dit des sables bouillants dans son étude si consciencieuse du tunnel du Roccio. Il a encore rencontré ce fléau dans un puits dont la maçonnerie ne suffisait pas pour les contenir et qu'il a fallu blinder vers le fond avec un manchon en fer, devenu à son tour insuffisant. Dans un autre cas des plus curieux, cité par M. Choffat, et relatif à une recherche d'eau par galerie, le sable, quoique parfaitement sec, coulait littéralement avec une telle persistance que les mineurs durent renoncer à la besogne.

M. *A. de Grossouvre*, ingénieur en chef des mines, à Bourges, tout en avouant que la question posée le prend un peu au dépourvu, annonce tout l'intérêt avec lequel il suivra nos discussions, et il expose l'utilité qu'il y aurait à s'occuper parallèlement de la recherche des eaux par sondage dans une nappe aquifère renfermée dans des sables fins, fluides, entraînés par un courant ascensionnel. Il dit avoir vu souvent des cas de ce genre ayant donné lieu à des difficultés inextricables.

M. le professeur *Gosselet*, de Lille, approuve et encourage nos recherches, mais regrette que ses trop nombreuses occupations ne lui permettent pas d'y prendre une part bien active.

M. le Dr *Imbeaux*, ingénieur-directeur du Service des eaux de la ville de Nancy, n'a pas eu l'occasion de combattre les sables bouillants, mais croit utile de nous signaler les méthodes de classification des sables par la grosseur des grains (taille effective) et l'uniformité

(coefficient d'uniformité) employées par le *State Board of Health* de l'État du Massachusetts (voir le *Report* de 1892).

M. A. de Lapparent, professeur de géologie à l'École supérieure des hautes études de Paris, considère que la question n'a guère été abordée que dans l'ordre technique. Il ne se croit pas, comme géologue, en possession de lumières suffisantes pour la résoudre. Il croit savoir toutefois qu'à l'air libre, les sables, même les plus fins, quand ils sont secs, acceptent très bien de se tenir en équilibre sur une paroi verticale. Il en conclut que la qualité de *boulant* est donnée par l'eau dont ils sont imbibés. C'est ainsi, dit-il, qu'un puits de 8 mètres, foré à Pagny-sur-Meuse, a rencontré, au fond, du sable boulant formé par les anciennes alluvions de la rivière; et tout le monde sait, ajoute-t-il, qu'il n'y a rien de moins ébouleux que les sables de rivières quand ils sont secs.

M. Otto Lang, le géologue bien connu de Hanovre, nous envoie une longue lettre, d'une importance telle que la traduction intégrale en sera fournie plus loin.

M. C. Oebbeke, professeur au laboratoire minéralogique et géologique de l'École des hautes études à Munich, félicite la Société et les promoteurs de la question posée de leur utile initiative, et tout en regrettant d'être en ce moment trop surchargé de besogne pour pouvoir nous aider, demande à être tenu au courant de nos travaux en une matière qu'il considère être de grande importance et cependant *des moins connues* jusqu'ici.

M. l'ingénieur A. Potier, ancien président de la Société géologique de France, regrette que, depuis dix ans, la maladie qui le tient entièrement immobilisé l'empêche de se tenir en communication avec le monde extérieur et notamment avec ses vieux amis de Bruxelles. Il considère la question comme fort intéressante. Il ajoute que les sables bouillants ne lui paraissent guère susceptibles d'une définition précise. Le Quaternaire, la base du sable de Fontainebleau, quand elle est dissimulée sous le limon, d'autres sables maigres et faisant partie d'une nappe aquifère offrent souvent de grandes difficultés aux ingénieurs. Les Autrichiens ont eu l'occasion d'étudier ces phénomènes en grand lors des éboulements qui ont accompagné récemment l'exploitation des lignites de Moravie. Leurs travaux et la description des accidents ont été résumés récemment dans les *Annales des mines de Paris*. On y trouve l'indication des mémoires allemands originaux; c'est, à la connaissance de M. Potier, l'exemple le plus récent.

Après ce résumé, M. le Secrétaire général donne lecture des extraits suivants de plusieurs des lettres reçues de quelques-uns de nos col-

lègues ayant commencé à aborder, d'une manière plus précise, les points à discuter.

**1° Extrait d'une communication de M. le professeur J. Bergeron,  
de Paris.**

MON CHER CONFRÈRE,

Les sables boullants que je connais sont tous siliceux, non argileux ou très peu argileux, fins, calibrés; de plus, ils correspondent à une nappe aquifère. Ils ne sont boullants que parce qu'au fur et à mesure qu'on les enlève et par suite qu'on y fait un vide, l'eau s'y précipite en entraînant ces sables. C'est une question de propriétés physiques et de gisement de la part de ces derniers.

Tous les niveaux sableux peuvent fournir des sables boullants, si ces derniers présentent les conditions que je viens d'énoncer. Les niveaux sableux se rencontrent surtout dans l'Eocène; c'est dans ce dernier que se trouvent surtout les sables boullants. Quant aux sables oligocènes, ils occupent, dans les environs de Paris, les flancs des vallées; celles-ci drainent les sables *stampiens*; il en résulte qu'ils ne sont pas boullants, mais, à l'occasion, ils pourraient l'être.

Je ne connais aucune bibliographie sur la question. Voici quelques indications que j'ai relevées pour moi; je vous les envoie (1).

Il serait bien utile de publier la bibliographie que vous pourrez réunir; il n'y a aucune bibliographie de géologie appliquée, alors que c'est indispensable.

J. BERGERON.

**2° Traduction d'une lettre reçue de M. Otto Lang,  
à Hanovre.**

MONSIEUR ET CHER CONFRÈRE,

En vous remerciant d'abord de l'honneur que vous m'avez fait en me consultant, je regrette que mes occupations ne me permettent pas actuellement de revoir les indications bibliographiques sur les « sables

(1) Les documents fournis par M. Bergeron et par d'autres collègues feront partie de la BIBLIOGRAPHIE que la Société compte réunir et faire paraître prochainement et pour laquelle elle réclame, de tous, le plus de matériaux possible.

boulants » qui se trouvent, par exemple, dans les travaux sur les irrptions de ces sables à BrÛx, à SchneidemÛhl et à Briansk. Il n'existe pas, que je sache, de monographie sur cette question.

Je considère comme très important un fait que l'on rapporte de BrÛx, où, dans la nuit du 20 au 24 juillet 1895, par suite d'une irruption de sable bouillant, trente et une maisons furent détruites, soixante autres endommagées et plus de 2,000 habitants se trouvèrent sans abri : une couche de sable bouillant, de forme lenticulaire, de 3 à 10 mètres d'épaisseur et d'environ 450 mètres d'étendue horizontale, s'est déversée dans le puits « Anna », où l'eau et le sable se séparèrent et où ce dernier, d'un volume estimé à 50,000 mètres cubes, se déposa, formant une masse assez solide de 9 mètres de hauteur. Par un simple changement des conditions statiques, le sable bouillant avait donc perdu son caractère; ce sont donc *ces conditions statiques* qui doivent jouer le rôle le plus important.

D'autres considérations m'ont amené à attribuer une grande importance à ce que l'agrégat minéral soit trempé bien uniformément, tandis que je n'attache pas d'importance *générale* aux propriétés physiques de cet agrégat.

Pour moi, il est notamment indifférent que les particules minérales soient toutes de la même espèce ou d'espèces différentes, ou de savoir de quelle espèce elles sont. Dans la plupart des cas, elles sont formées de quartz; cela provient probablement du fait que le sable quartzeux est le plus répandu et non pas d'une qualification particulière, celle de « à bouler ».

De même, je ne puis voir dans la forme de ces particules des conditions essentielles; mais il se peut que la forme de grains *arrondis* se prête mieux à une agglomération peu stable, tandis que les formes anguleuse ou feuilletée offrent à la poussée de l'eau des faces de résistance plus grandes.

La masse et le volume des particules minérales n'ont, pour moi, d'importance qu'en ce sens que la vitesse d'écoulement nécessaire pour les mettre en mouvement sera d'autant moindre qu'elles seront plus petites. Pour les paillettes argileuses de la vase, — qui est expulsée déjà à une faible profondeur sous une couche solide, — il ne faudra qu'une très faible vitesse d'écoulement, tandis que la pression qui détermine cette vitesse ne sera que tout à fait exceptionnellement assez forte pour imprimer un mouvement ascensionnel à du gravier et ne suffira probablement jamais pour le donner à un conglomérat de galets. Ce n'est qu'un effet du hasard si nous rencontrons, dans la plupart des

cas, du sable boulant et non pas de la vase ou du gravier « boulant ».

Une valeur relative, qui mérite peut-être d'être prise en considération pour la définition du sable boulant, doit être attribuée à l'*uniformité du volume* des particules minérales, car il est probable que dans une masse meuble, composée d'éléments de grandeurs différentes, le courant d'eau enlèverait seulement les parties fines et légères et ne donnerait pas lieu à un mouvement uniforme de toute la masse.

Ma définition du sable boulant est, en conséquence, la suivante :  
 « *C'est un agrégat meuble, pénétré uniformément d'un liquide soumis à une pression hydraulique et qui est composé d'éléments de grandeur à peu près égale.* »

Je serais charmé si mes idées étaient prises en quelque considération, et je souhaite le meilleur succès aux discussions sur ce sujet.

OTTO LANG.

### 3° Extrait d'une lettre de M. l'ingénieur P. Arrault, de Paris.

MON CHER COLLÈGUE,

Je n'ai pas d'autres renseignements à vous donner que les suivants touchant les sables « boulanges » ou ébouleux ; ce sont des résultats d'observations faites dans des travaux de sondages ou de tranchées ou tunnels, et il me semble difficile de faire en laboratoire des expériences probantes qui pourraient, d'ailleurs, être bien différentes de ce qui se passe en pratique.

Des sables très fins, ordinairement siliceux, comme les sables yprésiens, stampiens, ceux de l'Eocène aussi bien que du Crétacé, s'ils ne sont pas agglutinés par des matières étrangères : sulfates, carbonates ou pyrites, sont « boulanges » quand ils contiennent de l'eau et surtout une *nappe ascendante*.

A l'état sec, ces sables peuvent très bien se tenir sur plusieurs mètres de hauteur, quand ils ne sont pas en charge.

A l'état mouillé, ils donnent des foisonnements considérables et s'éboulent constamment, en se distendant. Si la nappe n'est pas jaillissante ou n'a qu'une faible tendance à l'ascension, leur limite est généralement le niveau supérieur de l'eau ; mais si la nappe jaillit au sol, elle en projette de grandes quantités hors du tubage et la base de la colonne finit par s'emplir souvent à de grandes hauteurs.

J'ai constaté au puits artésien de la Butte-aux-Cailles que je construis,

une fusée de 120 mètres de hauteur des sables albiens très fins, qui remplissaient ainsi la colonne de 0<sup>m</sup>,50 de diamètre.

Par la congélation et en prenant les précautions nécessaires pour la pression qui va s'exercer sur les travaux exécutés, il me semble, *a priori*, qu'on doit arriver à les traverser.

Veuillez agréer, etc.

PAULIN ARRAULT.

#### 4<sup>e</sup> Communication de M. l'ingénieur T.-C. Moulan, de Laeken lez-Bruxelles.

Dans une lettre adressée au Secrétaire général de la Société, et qui se trouve analysée ci-dessous et quelque peu commentée par M. *Van den Broeck*, notre confrère M. *Moulan*, l'ingénieur hydrologue bien connu, regrette que son état de santé ne lui permette pas d'assister à la séance de ce jour. Il aurait voulu présenter à l'assemblée l'éprouvette qui lui sert à déterminer le degré de fluidité du *boulant* et aurait fait connaître des exemples remarquables de l'action de ce type de terrain.

M. *Moulan* considère le *boulant* comme constitué par des grains excessivement tenus de sable et d'argile, noyés dans une venue aquifère. Ce qui caractérise le *boulant*, d'après notre confrère, c'est son faible poids spécifique à l'état sec, par rapport à la densité des masses compactes dont il est composé à l'état agissant. Ceci, interprète M. *Van den Broeck*, impliquerait que, à l'état agissant et *boulant*, les grains sableux se trouveraient *assez fortement espacés les uns des autres* au sein de l'élément liquide, et cela par suite du *mouvement propulsif et véhiculaire* de celui-ci.

Il arrive, d'après M. *Moulan*, que le poids spécifique du *boulant* séché ne représente parfois que 50 % du poids de la *roche* en masse : dans ce cas, l'élément liquide représente 500 kilogrammes par mètre cube. La propriété fluente du *boulant* se développe dès qu'il renferme 500 kilogrammes d'eau au mètre cube.

Placé dans une éprouvette percée dans le fond, le *boulant* montre, suivant sa nature, des points de *saturation* très variables. Ce n'est que lorsque la masse liquide recouvre entièrement la surface du *boulant* qu'on voit l'eau s'écouler par le fond de l'éprouvette.

Pour une très faible épaisseur de sable, la transmission d'écoulement, par le bas, de l'eau versée à la surface, s'opère instantanément ; mais l'écoulement cesse dès que la surface supérieure du *boulant* n'est plus recouverte. C'est là, pense M. *Van den Broeck*, une résultante du phénomène constitué, sous l'empire de l'attraction moléculaire, par le

rapprochement des grains sableux que ne baigne plus une forte proportion d'élément liquide et aussi une conséquence de l'obstacle formé par les forces capillaires, contrariant à l'action de la pression atmosphérique. Ce seraient ces deux facteurs qui s'opposeraient à l'écoulement par le fond de l'éprouvette. M. Moulan y voit le principe d'une sorte d'*action intermittente* dans le travail du boulant.

Il fournit à ce sujet un curieux exemple, véritable aux environs de Bruxelles, des phénomènes observés dans son éprouvette d'expérimentation, et il rattache à des actions de *sursaturation* les faits suivants :

« Peu de personnes, dit-il, savent qu'il y a bien plus d'*agolinas* dans » les sables tertiaires des environs de Bruxelles que dans les calcaires » du Condroz et de l'Entre-Sambre-et-Meuse.

» Au parc public de Laeken, il existe quatorze *agolinas*, qui sont » comblés il est vrai, mais qui se reforment à peu près tous les hivers. » Il s'en est produit un nouveau l'hiver dernier, en face de la Ferme » Royale, qui avait au moins 8 mètres de longueur, 1<sup>m</sup>25 de largeur en » gueule, et de 2 mètres à 2<sup>m</sup>50 en profondeur.

» J'ai été mis au courant de l'existence de ces *agolinas*, il y a quelques » années déjà, par M. Van Rysselberghe, chef-cantonnier du parc, et » j'en attribuai la formation au lavage des sables qui reposent sur la » base imperméable du monticule qui forme le parc de Laeken, car ce » n'est qu'à la fonte des neiges que ce travail souterrain s'opère. C'est » alors seulement qu'il y a *sursaturation*.

» Chaque hiver, à l'époque de la fonte des neiges, je visitais » les sources du Heyzel et j'avais remarqué que les eaux étaient » troubles pendant un temps assez long, qui coïncidait précisément » avec la formation des *agolinas*.

» Les eaux de ruissellement pénètrent donc dans le sol par les » *agolinas*; elles forment une charge sur les sables boullants, en les » sursaturant, et toute leur masse se met en mouvement, en entraînant » même les éboulis qui proviennent des *agolinas*.

» On a constaté que certains de ces puits s'ouvraient jusqu'à » 8 et 10 mètres de profondeur, et que les déblais étaient lavés et » emportés.

» Tout le monde connaît les translations, de très grande superficie, » qui se sont opérées à Renaix. On a même vu une maisonnette se » déplacer de plus de 25 mètres, tout en restant debout, et l'occu- » pant n'avait même pas jugé utile de l'abandonner.

» Est-on bien sûr que les bas-fonds du Parc de Bruxelles et » beaucoup d'enfoncements que l'on rencontre dans la contrée soient » dus à l'ouverture de carrières?

» Pour beaucoup de ces prétendues carrières, il y a lieu d'en douter. »

M. *Moulan*, se référant aux *littera* 3 et 4 du programme provisoire fourni avec l'ordre du jour, pense que son éprouvette donne instantanément les quantités d'eau de capillarité, ou de ce que M. *Moulan* appelle *eau de viscosité*, que les différents types de sables sont susceptibles d'absorber, ainsi que les volumes d'eau à l'état libre qui peuvent les traverser.

Sa lettre fournit ensuite quelques détails sur un cas de lavage automatique et mécanique de *boulant*, qu'il a eu l'occasion d'effectuer lors de l'établissement d'une fondation de pont sur l'Escaut. L'injection d'eau d'une nappe artésienne a décomposé un *boulant*, d'une part, en un dépôt pur de sable, devenu dur et résistant, d'autre part, en un dépôt vaseux, qui s'en est nettement séparé.

Après avoir rapidement rappelé les divers moyens de se rendre maître du *boulant* soit par isolement (encoffrage, picotage, tubage métallique), soit par la congélation, M. *Moulan* ajoute qu'« on a quelquefois ouvert des galeries parallèles de petites dimensions à côté de tunnels à grande section qui recoupaient le *boulant*, et en évacuant les eaux par les galeries à petite section, on diminuait la charge des eaux et en même temps la poussée du *boulant* dans le tunnel principal. Mais parfois les chances de succès de ce procédé sont bien aléatoires, et la dépense est toujours très considérable. »

M. *Moulan* joint à sa lettre un extrait de la carte de Laeken au 20 000<sup>e</sup>, montrant la disposition des aiguigeois sableux dont il a parlé, et qui semblent constituer en réalité, par leur juxtaposition et leur disposition en demi-cercle sur le flanc d'une colline à sommet sableux, l'amorce extérieure d'une zone de séparation et de glissement des dépôts sur le flanc de la colline.

M. le *Président* remercie les auteurs de ces lettres des encouragements, félicitations et des renseignements qu'ils ont bien voulu faire parvenir.

M. *Van den Broeck* insiste sur la grande utilité que présenterait un exposé méthodique de l'état actuel de la question, qui permettrait de jeter les bases d'un programme qui comprendrait tout d'abord : 1<sup>o</sup> la réunion de la BIBLIOGRAPHIE de tout ce qui a été écrit à ce sujet; 2<sup>o</sup> un appel aux ingénieurs, entrepreneurs, architectes et constructeurs, leur demandant de nous faire connaître tous LES FAITS PRÉCIS ET BIEN ÉTUDIÉS qui seraient parvenus à leur connaissance, de manière à nous permettre de savoir ce que doit comporter le programme définitif de cette étude.

Il propose de publier, au procès-verbal de la séance, le résumé de la correspondance spéciale et d'y joindre en tout ou en partie le texte de quelques autres lettres plus détaillées qui paraissent devoir plus spécialement constituer des bases de discussion.

L'assemblée approuve ces propositions, qui d'ailleurs se trouvent réalisées plus haut, et décide l'impression, d'urgence, du procès-verbal de cette séance, afin de pouvoir en distribuer le compte rendu aux membres avant la prochaine réunion, à l'ordre du jour de laquelle la question du « boulant » sera portée à nouveau.

La séance est levée à 10 h. 20.

---

## APPEL AUX MEMBRES

DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

La question de l'étude scientifique du « boulant » sera sans doute mise à l'ordre du jour de plusieurs séances spéciales, et restera « ouverte » aux séances mensuelles de l'année 1901. Toutes communications relatives soit à la bibliographie de la question, soit à des faits précis bien observés, tant dans les travaux publics que dans les forages de puits artésiens, etc., seront, en tous temps, reçus avec une vive reconnaissance. Il en sera de même pour toute donnée pouvant contribuer à la rédaction définitive du programme d'études, ainsi qu'à l'élaboration scientifique de la question.

*Prière d'envoyer au* **SECRETARIAT**, 59, *place de l'Industrie, à Bruxelles,* les correspondances et communications destinées à la discussion du « BOULANT » pour la PREMIÈRE SÉANCE SPÉCIALE DU « BOULANT », FIXÉE, AU 5 MARS, ainsi qu'aux réunions mensuelles des 19 mars, 25 avril, 24 mai, 18 juin, 25 juillet, 22 octobre, 19 novembre et 17 décembre 1901, mais de préférence pour celles du PREMIER SEMESTRE de l'année.

---

## ANNEXE A LA SÉANCE DU 15 JANVIER 1901.

**BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE**

L. DE LAUNAY. — **Géologie pratique et petit Dictionnaire technique des termes géologiques les plus usuels.** (Un vol. in-12 de 350 pages. Paris, Armand Colin, éditeur, 1901.)

M. L. de Launay, professeur à l'École supérieure des Mines, de Paris, vient de faire paraître à la librairie Armand Colin, à Paris, l'une de cette suite d'excellents petits traités dont nous constatons l'apparition avec un sincère plaisir.

Après avoir accumulé des faits depuis cent ans, et les avoir soigneusement classés, les sciences géologiques peuvent maintenant retirer les fruits d'un long labeur et répandre largement les conclusions qui découlent de tous côtés de la masse des faits observés.

Les sciences géologiques sont, en ce moment, dans une période d'évolution évidente; après être restées, pendant de longues années, l'apanage exclusif d'un petit nombre de savants et de chercheurs, elles font, actuellement, une trouée vigoureuse et même victorieuse dans les murs branlants de la routine et elles sont en passe de conquérir la haute considération que méritent les brillants services qu'elles rendent, à tout instant, dans quantité de directions diverses, ou plutôt, peut-on dire, dans toutes les directions où le sol intervient comme élément important.

Dès la page 3 du chapitre 1<sup>er</sup>, l'auteur donne, en quelques lignes, une excellente idée du rôle dévolu à la géologie dans les questions pratiques :

« Il est à peine besoin de dire que, sans géologie, il est impossible

» de faire un travail de mine, d'exploiter rationnellement une carrière,  
 » de capter une source, d'établir un projet de tranchée ou de canal;  
 » etc. Ceux-là mêmes qui, pour certaines applications, croient se  
 » passer de la géologie, en se laissant guider par une pratique pure-  
 » ment empirique, font, en réalité, de la géologie (de la mauvaise  
 » géologie) comme M. Jourdain faisait de la prose, sans le  
 » savoir. »

Les applications de la *vraie* science ont — malgré la routine — donné déjà de si brillantes solutions que, actuellement, la généralité des personnes compétentes est disposée à admettre que les principes de la science sont seuls capables de fournir un guide sûr et précieux à l'ingénieur, à l'agronome, à l'hydraulicien, à l'exploitant, à l'explorateur, à l'hygiéniste, etc., et dès lors, les livres comme ceux dont nous parlons ici voient naturellement le jour, et lorsqu'ils ont pour auteur un homme dont la science est reconnue, comme c'est ici le cas, ils sont accueillis avec faveur et reconnaissance.

L'analyse du livre de M. de Launay peut, pour ainsi dire, se faire en citant les titres des dix chapitres composant l'ouvrage, tant ces titres sont significatifs et évoquent nettement l'idée des problèmes dont ils sont appelés à faciliter la solution. Après une courte préface, posant nettement le but de l'ouvrage, l'auteur aborde immédiatement la question primordiale, la question de science pure, source de toute application : *La géologie. Son but pratique et scientifique. Ses moyens d'action.*

Ces définitions nous mettent en goût de savoir ce qu'est, en réalité, cette géologie si mystérieuse pour les uns, si incertaine pour les autres, et les *Notions de géologie générale nécessaires dans la pratique* viennent immédiatement répondre à ce désir en montrant combien la science, soi-disant diffuse, est claire et précise dans ses règles et dans ses applications.

Dès lors, le lecteur est gagné à la cause, et il ne reste plus qu'à présenter les outils à utiliser : *Des cartes et coupes géologiques. Comment on les fait; comment on les utilise*, pour passer aux applications diverses, à savoir :

*Application de la géologie à l'art de l'ingénieur.*

*Application de la géologie à l'agriculture.*

*Application de la géologie : 1° à la recherche et au captage des eaux; 2° à l'irrigation; 3° au drainage; 4° à l'évacuation des eaux souillées et à l'hygiène publique.*

*Application de la géologie à la recherche et au captage des sources thermo-minérales.*

*Application de la géologie à la recherche des minerais, combustibles ou autres substances minérales utiles et à l'appréciation de la valeur industrielle des gisements.*

*Application de la géologie à l'étude topographique, géographique ou simplement pittoresque des formes du terrain.*

Enfin, l'ouvrage se termine par un excellent petit *dictionnaire technique* des termes géologiques et minéralogiques les plus usuels, accompagné du tableau chronologique des terrains sédimentaires.

On voit donc à quelle quantité de techniciens s'adresse le volume de M. de Launay, et ajoutons que sa présence, largement répandue sur les tables de beaucoup de conseils d'administration de grandes sociétés d'exploitation de chemin de fer, de mines, ou ayant à décréter des travaux publics d'ordre communal, provincial et gouvernemental, ouvrirait sans doute bien des yeux actuellement fermés à la lumière.

A. R.

**V. AMALITZKY. — Sur la découverte de vertébrés fossiles dans les dépôts permien de la Russie du Nord. (Soc. IMP. DES NATURALISTES DE SAINT-PÉTERSBOURG, 28 décembre 1899.)**

L'auteur s'occupe depuis plusieurs années de l'étude des formations continentales du nord de la Russie, et il a pu constater la présence du grès rouge devonien de la côte est du lac Onéga jusqu'au mont d'Andoma. Il y a trouvé des débris de mollusques d'eau douce appartenant aux Anthracosides, qui se relie génétiquement aux Anthracosides carbonifères de la Russie. Il est donc parvenu à relier les grès d'eau douce de l'Écosse à ceux de Catskil dans l'Amérique du Nord, reconstituant ainsi un continent de la période devonienne supérieure. En outre, il a trouvé au mont Patrova, du district de Vytégra, des sables carbonifères inférieurs qui constituent la continuation immédiate des grès devoniens du type d'Andoma. Cependant, à l'ouest, ces formations d'eau douce carbonifères inférieures manquent, et les calcaires carbonifères supérieurs reposent à Oust-Pinega sur les grès rouges devoniens.

Quant aux dépôts plus récents, ils forment, depuis Vytégra jusqu'à Oust-Pinega, des sédiments marins très épais et très variés de facies, qui permettent de conclure à l'existence d'un bassin marin septentrional pendant les époques carbonifère, permo-carbonifère et per-

mienne inférieure. Les dépôts permians supérieurs, par contre, tels qu'Amalitzky les a étudiés, sur les rives de la Soukhona et vers les sources de la Dvina du nord, sont des formations continentales d'eau douce, qui ont gardé leur position horizontale. Les explorations des deux bassins, prolongées pendant une période de quatre années, ont démontré la présence d'Anthracosides, de Crustacés des genres *Estheria* et *Cypris*, d'empreintes et de squames de poissons ganoïdes, enfin, des restes d'Amphibies stégocéphales, se rapprochant de *Melanerpeton* et de *Pachygonia*, et de grands amas d'ossements de Reptiles Théromorphes appartenant aux *Pareiasauria* et *Dicynodontia* (formations, permienes du Karoo de l'Afrique méridionale) et des formes ressemblant beaucoup à *Elginia* et *Gordonia*, décrites par Newton dans les grès d'Elgin, en Écosse, rapportés au Triasique. D'un autre côté, la flore était surtout représentée par les Fougères de la région paléo-botanique méridionale dite Glossoptérienne (dépôts continentaux permians de l'Indo-Afrique, Karoo et Gondwana; de l'Australie et du Brésil), présentant certains caractères qui la rapprochent du monde organique mésozoïque.

M. Amalitzky tend à reconnaître dans les organismes continentaux de l'époque permienne une certaine dualité. Pendant la période permienne inférieure, ils conservent, en général, une figure paléozoïque. Par contre, les organismes continentaux d'eau douce du Permien supérieur de l'Europe occidentale sont peu connus, et les organismes analogues du Trias, situés immédiatement au-dessus, sont typiquement mésozoïques; il faudrait donc supposer que les anneaux intermédiaires doivent exister dans les dépôts continentaux permians supérieurs, correspondant au *Zechstein* de l'Europe occidentale. Cependant les dépôts continentaux permians du Gondwanaland sont caractérisés par leur flore glossoptérienne, les Anthracosides et les Théromorphes qui, tout en appartenant aux temps paléozoïques, ont un cachet mésozoïque nettement déterminé.

M. le professeur Zeiller a développé l'idée que vers la fin de l'ère paléozoïque (à la fin du système houiller), la flore terrestre, ayant perdu son caractère d'uniformité, se divisa en deux grandes provinces botaniques, dont l'une est caractérisée par des *Lepidodendron*, l'autre par des *Glossopteris*, que l'existence indépendante ou l'individualité de ces provinces dura jusqu'à la période permienne inclusivement, et qu'à la fin de cette période, il se produisit un mélange de types végétaux des deux provinces, si bien qu'au commencement de la période triasique, l'uniformité de la distribution dans la flore s'était rétablie sur toute la

surface du globe terrestre, mais déjà avec d'autres types végétaux d'aspect mésozoïque, et M. Zeiller estime que la découverte de la flore glossoptérienne dans les bassins de la Soukhona et de la Dvina détermine exactement la date de l'échange entre les deux régions de types végétaux. L'âge de l'étage glossoptérien des dépôts permien du nord de la Russie est équivalent au Zechstein, puisqu'on a trouvé au-dessus et au-dessous un Zechstein marin avec sa faune marine caractéristique.

Malgré les inductions brillantes de M. Zeiller, le problème de l'origine de la flore glossoptérienne reste sans solution, quoiqu'il ait découvert dans les gisements charbonneux du Brésil méridional une association entre des espèces de la flore lépidodendrienne et des espèces de la flore à *Glossopteris*. D'un autre côté, M. Seward a trouvé des *Sigillaria* dans la flore à *Glossopteris* de l'Afrique méridionale, et Bodenbender a fait des observations analogues dans l'Argentine.

M. Amalitzky croit pouvoir serrer la question de plus près par l'étude des dépôts permien russes de l'étage glossoptérien. La flore permocarbonifère et permienne inférieure, connue jusqu'à présent en Russie, a le caractère de la flore lépidodendrienne paléozoïque de l'Europe occidentale, quoiqu'on y trouve quelques Calamites en connexion avec le genre mésozoïque *Phyllothea*. Les reptiles permien inférieurs de Russie ont la plus grande ressemblance avec les reptiles des dépôts permien continentaux de l'Afrique méridionale; en outre, d'après Seeley, le *Deuterosaurus* et le *Rhopalodon*, spéciaux à la Russie, ont beaucoup de traits communs avec les *Dicynodontia*, si spéciaux à la région indo-africaine.

Cette ressemblance entre les types de la Russie et ceux du Cap s'explique de plus en plus à mesure que le monde organique permien supérieur de Russie devient plus connu. M. Amalitzky a montré que parmi les *Anthracosides* du Permien inférieur, il existe des formes semblables et identiques à celles du *Rothliegendes* de l'Europe occidentale, tandis que pour ceux du Permien supérieur, il est parvenu à indiquer la ressemblance et même, dans certains cas, l'identité des types du Permien russe avec ceux des dépôts de l'Afrique méridionale dans le Karoo. Il a de plus constaté une même ressemblance pour les restes de reptiles du genre *Dicynodon*. Ses recherches de 1896-1898 n'ont fait qu'accentuer cette grande ressemblance, et il conclut que le continent compact qui occupait, pendant l'époque permienne, l'Afrique centrale et méridionale, l'Inde, l'Australie, l'Argentine et, en partie, le Brésil, s'étendait jusqu'à la Russie d'Europe, et que le lien qui

réunissait ces terres était, d'un côté, les dépôts continentaux de la Gondwana de l'Inde et, de l'autre, les dépôts identiques du bassin de Kouznietz en Sibérie, dont la ressemblance a été établie dans la région glossoptérienne pour ce qui concerne la faune malacologique d'eau douce et pour la flore. Il y a donc lieu d'opposer au Zechstein pélagique de l'Europe occidentale, un étage glossoptérien du système permien caractérisé par sa flore glossoptérienne, ses Anthracosides et ses Reptiles, qui tous ont un aspect mésozoïque, et c'est sur eux que doit être basée l'évolution mésozoïque continentale.

M. Amalitzky est parvenu à trouver dans la couche continentale, dont la continuation immédiate est l'étage glossoptérien, des formes de *Callipteris conferta* conf. et de *Lepidodendron*; ce qui plaide en faveur du remplacement autochtone de ces formations végétales. Enfin, le lien génétique entre les Anthracosides et les Théromorphes du Permien supérieur de l'étage glossoptérien et les formes permienes inférieures de Russie plaident aussi en faveur du développement autochtone de la faune des Mollusques d'eau douce et des Reptiles. Il se pourrait que l'abaissement de température, constaté par les dépôts glaciaires des couches de Gondwana et du Karoo, ait été général et ait servi à stimuler le commencement de l'évolution mésozoïque continentale exprimée par l'étage glossoptérien; il se peut aussi que l'abaissement de température dans les zones australes ait contribué à faciliter la transmigration au sud de nos formes septentrionales et celle de quelques végétaux vers nos régions (*Glossopteris*, *Gāngamopteris*).

M. Amalitzky décrit ensuite ses travaux géologiques pour la recherche des restes organiques permienes sur la Soukhona et la Dvina. Entre les marnes striées permienes, on trouva une série de puissantes inclusions lenticulaires de sable. Auprès de l'une d'elles, des matériaux paléontologiques avaient été trouvés en abondance. Elle fut déblayée systématiquement du 17/29 juin jusqu'au 14/26 août 1899. On trouva trente-neuf groupes d'ossements en concrétions, qui furent emballés dans soixante-quatre caisses, du poids de 200 quintaux, comprenant en outre une grande collection, malheureusement assez uniforme, de Fougères appartenant aux *Glossopteris*, quelques Mollusques Anthracosides, quelques ossements de Stégocéphales et des ossements de reptiles en abondance. Les amphibiens appartiennent à des genres voisins de *Melanerpeton* et de *Metopias*. Les reptiles forment le fond de la collection, tant par l'abondance que par la variété des fragments. Ils se rapportent presque tous aux Théromorphes, représentés par des *Pareiasauriens*, des *Anomodontiens* et des *Deuterosauriens*. Les *Pareiasauriens* domi-

nent par leur nombre et leur variété. Parmi ceux-ci, on trouve des formes assez petites et aussi des formes gigantesques de 4 à 5 mètres de long. Dans le nombre, on en trouve qui sont couverts d'écaillés clypéiformes, développées sur la tête et en partie sur le dos, comme ceux du Karoo; d'autres avec des saillies cornées sur la tête, comme *Elginia* des dépôts triasiques de l'Écosse. Les Deuterosauriens atteignent une longueur de 3 mètres et présentent un appareil dentaire différencié, avec des défenses en couteau ébréché ou en forme de scie, et s'avancant au-dessus des mâchoires supérieure et inférieure; au-devant de ces défenses se trouvent des dents en lame, rappelant un ciseau; derrière, remplaçant les molaires, sont disposées des dents en forme de coin, qui vont en diminuant, et présentent des dimensions plus petites que les dents antérieures. Ces formes répondent surtout au genre *Rhopalodon*, décrit par Fischer, appartenant aux dépôts permien inférieurs de la Russie. Enfin, parmi les *Anomodontia*, on a trouvé de petits *Dicynodon*, de la grandeur d'un ours, avec deux défenses puissantes sur les côtés de la tête et un bec corné, édenté à la partie antérieure. Quelques-uns des crânes et des squelettes se rapportent probablement à des espèces tout à fait nouvelles.

V. D. W.

---

G. W. LAMPLUGH, F. G. S. — L'âge du Weald anglais. (GEOLOGICAL SURVEY. THE GEOLOGICAL MAGAZINE, n° 436, New Series, Dec., IV, vol. VII, n° X, octobre 1900.)

Depuis quelque temps, on cherche à fixer d'une façon plus précise la limite entre les systèmes jurassique et crétacé, en Russie, en Allemagne, en Belgique, en France et dans l'Amérique du Nord, et l'on a naturellement cherché des points de comparaison dans le Weald anglais. Celui-ci, de son côté, a été étudié de plus près au point de vue de la flore et de la faune, qui se sont trouvées présenter des affinités très grandes avec les fossiles jurassiques, de sorte que les paléontologistes ont voulu remettre en doute l'âge crétacé inférieur de nos dépôts. Cette opinion, émise par le professeur O. Marsh, au point de vue des Reptiles, a été soutenue par le Dr A. Smith Woodward pour les Poissons et par A. C. Seward au point de vue botanique. Pour éviter une plus grande confusion, il paraît désirable d'exposer certains faits, déjà publiés, il est vrai, mais qui ont été perdus de vue dans les discussions récentes.

Ces fait prouvent à toute évidence que la plus grande partie, au moins, du Weald anglais doit conserver sa place dans le Crétacé inférieur.

On n'a pas tenu suffisamment compte que l'accumulation des couches du Weald a exigé une très longue durée. Il est vrai que les sables des *Hasting beds* peuvent s'être déposés très rapidement, mais les argiles schisteuses avec lits de coquilles et de crustacés qui se trouvent intercalées dans ces sables demandent une sédimentation beaucoup plus lente, et la grande masse d'argile du Weald (*Weald Clay*), pouvant atteindre une épaisseur de 1,800 pieds, représente une époque d'une très longue durée. D'un autre côté, il est généralement admis que les eaux douces n'ont pu exercer leur action que vers la fin de la période jurassique, et l'on est conduit à admettre que ces conditions ont persisté jusque dans le Crétacé inférieur.

En outre, tous les fossiles du Weald qui indiquent des affinités jurassiques proviennent des parties inférieures de la série du Weald, entre autres des *Hasting beds*; par contre, on ne sait pas grand'chose des fossiles du *Weald Clay*, qui constitue la partie la plus importante du Weald.

Enfin, l'argument de l'affinité jurassique des fossiles terrestres et d'eau douce n'inspire que peu de confiance, parce que si nous éliminons les fossiles du Weald inférieur de la liste des fossiles du Crétacé inférieur, nos connaissances restent limitées à la vie marine de cette époque, et l'on peut légitimement se demander si les fossiles terrestres et d'eau douce des *Hasting beds* ne présentent pas, après tout, les caractères propres à ceux du commencement du Crétacé, qui devaient se trouver en relation directe avec la période précédente.

Mais c'est surtout à l'aide de la stratigraphie que nous pourrions classer la plus grande partie de la série du Weald dans le Crétacé inférieur, en tenant compte de la succession des dépôts marins.

Les couches marines qui recouvrent immédiatement le *Weald Clay* dans le sud de l'Angleterre, représentent le dernier étage (Aptien) du Crétacé inférieur, et quoique l'on trouve une ligne de démarcation nettement tracée à leur base, on peut en conclure que le changement de conditions a été brusque, sans que sa durée ait pu être de longue persistance, car l'apparition de coquilles marines ou d'estuaire au sommet du Weald dans le Dorset, Hampshire et Surrey, indice de la cessation du régime d'eau douce, montre que la série est en réalité complète et qu'avant le dépôt de ces couches marines supérieures, il y a eu très peu d'érosion. Cependant celle-ci peut s'être produite à l'est et à l'ouest du bassin, où l'on rencontre les divisions supérieures de la série du Weald.

Dans le *Speeton Clay*, où la succession marine du Crétacé inférieur est bien représentée, les équivalents du *Lower Greensand* et *Atherfield Clay* du sud de l'Angleterre sont compris dans des limites relativement étroites de la partie supérieure, peu fossilifère, de cette succession; c'est pourquoi la plus grande partie de la période du Crétacé inférieur, si elle se rencontre dans le sud de l'Angleterre, doit y être représentée par la série du Weald. La partie du *Speeton Clay* qui n'est pas représentée dans le sud par des sédiments marins comprend la division inférieure de la zone à *Belemnites Brunsvicensis*, et la totalité de la zone à *Belemnites jaculum*, qui toutes deux représentent le Crétacé inférieur (Barrémien, Hauterivien et Valanginien), qui comprend aussi la zone à *Belemnites lateralis*, dont la faune présente des affinités jurassiques. De plus, en poursuivant la série marine, depuis le Yorkshire, à travers le Lincolnshire, jusqu'au Norfolk, l'auteur a pu constater, dans ce dernier comté, que les couches inférieures font défaut et que celles qu'on y rencontre, représentant probablement la partie inférieure de la zone à *Belemnites Brunsvicensis*, contiennent, au milieu des fossiles marins, des vestiges de plantes, spécialement des fragments de la Fougère du Weald, *Weichselia Mantelli*? Il y a, de plus, d'autres indices d'action fluviale démontrant le commencement d'une modification latérale des conditions du Weald.

Si l'on tient compte du passage graduel du Weald aux couches du Purbeck vers la fin de la période jurassique, des indications analogues d'un même processus, à la partie supérieure du *Weald Clay* pendant les dernières phases du Crétacé inférieur et surtout de la constatation que nous venons de signaler, du passage latéral, dans le nord de l'Angleterre, d'une partie des sédiments marins du Crétacé inférieur aux dépôts d'estuaire dans le sud, il y a tout lieu de croire que dans les couches d'estuaire ou d'eau douce du Weald, nous trouvons représentée toute la période qui s'étend du Portlandien jusqu'à l'Aptien, et qu'il serait inexact d'attribuer la série entière soit au Jurassique, soit au Crétacé inférieur.

Les dépôts, considérés comme wealdiens, en Belgique, en Allemagne et en France, ne paraissent pas occuper une aussi grande extension verticale. Ils représentent probablement différents stades de la période d'après leur disposition géographique, et, nulle part, on n'y rencontre l'introduction d'une continuation prolongée des conditions d'action des eaux douces.

V. D. W.

R. D. OLDHAM. — **Les bruits de tremblements de terre et les « Barisal Guns ».** (MEMOIRS OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF INDIA, vol. XXIX, chap. XII, pp. 191-218.)

Pendant le tremblement de terre du 12 juin 1897, on observa des bruits très intenses. On put les constater depuis Calcutta jusqu'à Darjeeling, et de l'ouest à l'est depuis Allahabad jusqu'à Bahmo. Dans les mines de charbon de Ranijang, on put entendre le bruit du tremblement, sans en constater les vibrations, alors qu'au-dessus, à la surface du sol, celles-ci étaient assez intenses pour détruire quelques bâtiments.

Les observations ne furent pas assez complètes pour permettre des conclusions de quelque importance.

Les secousses secondaires étaient souvent accompagnées de bruits, et parfois ceux-ci en constituaient l'unique symptôme. Pendant que M. Oldham parcourut la contrée où se trouvait l'épicentre du tremblement, il put constater leur fréquence extraordinaire. Ainsi, du 21 au 23 janvier, à Naphak, dans les montagnes de Garo, il nota une moyenne de cinquante bruits par jour. Il constate également qu'ils sont très rares dans le voisinage des failles produites par le tremblement.

Les bruits consistent en une espèce de roulement qui peut durer de cinq à cinquante secondes; d'autres fois, il se produit une détonation, comme un coup de canon.

Les bruits se transmettent à travers le sol, et l'observateur les perçoit par les vibrations de l'air dans son voisinage, mais l'atmosphère n'est pas l'agent conducteur unique.

L'auteur présente ensuite quelques développements au sujet des *Barisal Guns*, qu'il considère comme étant d'origine sismique. La première mention de ces bruits se trouve dans le *Journal of the Asiatic Society* de 1867. Babu Gourdas Bysack, l'auteur du mémoire, fit une nouvelle communication en 1888, à la suite de laquelle la Société constitua un comité pour l'étude des *Barisal Guns*, et celui-ci publia son rapport en 1889. Diverses théories furent émises pour expliquer l'origine de ces bruits, et celle qui est généralement admise les considère comme des bruits de tremblements de terre. Nous avons vu que M. Oldham admet que ceux-ci sont transmis par les vibrations du sol. Celles-ci peuvent produire un son dès qu'elles atteignent la fréquence de trente-deux par seconde. Aussi les *Barisal Guns* et les bruits de

tremblements de terre sont-ils décrits le plus souvent comme des sons très bas, parfois à peine perceptibles.

Les *Barisal Guns* ont été constatés en beaucoup d'endroits. En 1822, les habitants de l'île de Meleda, de la côte de Dalmatie, entendirent des détonations qui se continuèrent pendant plusieurs années. Une commission, nommée par le Gouvernement autrichien, leur attribua une origine sismique. Après une durée de cinq années, les bruits cessèrent.

Sur la côte des Flandres, M. Van den Broeck a signalé les « mist-poeffers », et le Prof<sup>r</sup> A. Cassiani a étudié des bruits analogues, connus sous le nom de « marina », dans les montagnes de l'Ombrie.

On les constate surtout pendant le temps calme; peut-être parce que le vent ne permet pas de les entendre. Les bruits se succèdent généralement par séries.

Parmi les nombreuses communications reçues par M. Oldham, relatives au grand tremblement de terre, quelques-unes ont trait au *Barisal Guns*. L'une d'elles constate qu'ils furent nombreux et très marqués à Haldibari et Jaipur Hat, sur la limite ouest de l'épicentre. D'un autre côté, plusieurs observateurs constatent que les bruits ne furent plus entendus à Barisal pendant la seconde moitié de 1897. Il faudrait admettre que la dislocation de la croûte terrestre fit disparaître la tension dans les couches du sol des régions voisines, à laquelle les *Barisal Guns* doivent être attribués.

V. D. W.

---