

SÉANCE MENSUELLE DU 19 DÉCEMBRE 1911.

Présidence du lieutenant-colonel Cuvelier, président.

La séance est ouverte à 20 h. 30.

Distinctions honorifiques.

Notre éminent confrère M. A. Rutot a été élu membre titulaire de l'Académie des Sciences de Belgique.

Le président E. Cuvelier et MM. Willems et Van Weyenberg ont été promus officiers de l'Ordre de Léopold. Le secrétaire général Baron Greindl a été nommé major et notre confrère le capitaine Van Deuren a été nommé capitaine-commandant.

Correspondance.

MM. Cornet, Gerard, Schmitz, van den Broeck et Willems s'excusent de ne pouvoir assister à la séance.

MM. Malaise et Rutot font hommage de leurs publications récentes.

M. le professeur Duparc, de Genève, fait hommage d'une série de ses travaux relatifs aux gîtes platinifères de l'Oural.

M le professeur Emile Chaix adresse à la Société un fascicule spécimen de l'Atlas photographique des formes terrestres. Sur la proposition du Bureau, la Société souscrit à cet ouvrage; le spécimen est à la disposition de nos membres au Secrétariat, et nos confrères en trouveront une analyse succincte au compte rendu bibliographique.

Dons et envois reçus.

De la part des auteurs :

6417 ... Onoranze alla memoria di Michele Stefano de Rossi in Rocca di Papa. 30 agosto 1910. Modène, 1911. Extrait de *Bollett. della Soc. sism. ital.*, vol. XV, fasc. 1-3, 16 pages, 1 portrait et 2 planches.

- 6418 Arrhenius, S. Les atmosphères des planètes. Conférence faite le 8 mars 1911 à la Société de Chimie physique. Paris, 1911. Extr. des *Public. de la Soc. chimique de France*, 11 pages et 6 figures.
- 6419 Chamberlin, T.-C. The future habitability of the Earth. Washington, 1911. Extr. de *Smithsonian Report*, 1910, pp. 371-389.
- 6420 Delecourt, Jules fils. Théorie des puits artésiens. Bruxelles, 1911. Extr. du *Bull. techn. de l'Assoc. des Ing. sortis de l'Ec. polytechn.*, n° 1, novembre, 39 pages, 5 figures (3 exempl.).
- 6421 Gaubert, P. Recherches récentes sur le facies des cristaux. Conférence faite le 25 janvier 1911 à la Société de Chimie physique. Paris, 1911. Extr. des *Public. de la Soc. chimique de France*, 53 pages, 2 planches et 19 figures.
- 6422 Palazzo, L. Meteorologia e geodinamica. Rome, 1911. Broch. in-4° de 54 pages.
- 6423 Rosén, P.-G. Meridiangradmätning vid Sveriges Västra Kust. Upsala, 1911. Vol. in-4° de 209 pages et 2 planches.
- 6424 De Montessus de Ballore. La sismologie moderne. Les tremblements de terre. Paris, 1911. Volume in-8° de 284 pages, 64 figures et cartes.
- 6425 Duparc, L. Le platine et les gîtes platinifères de l'Oural. Genève, 1911. Extr. des *Archives des Sc. phys. et nat.*, t. XXXI, mars-juin, 80 pages et 13 figures.
- 6426 Duparc, L., und Holtz, H.-C. Notiz über die chemische Zusammensetzung einiger Platinerze aus dem Ural. Vienne, 1910. Extr. de *Tschermaks Miner. u. petr. Mitteil.*, t. XXIX, H. 6, pp. 498-504.
- 6427 Duparc, L., et Pamphil, G. Sur l'Issite, une nouvelle roche filonienne dans la dunite. Paris, 1910. Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sc.*, t. CLI, 2 pages.
- 6428 Duparc, L., et Pamphil, P. Sur la composition chimique et l'uniformité pétrographique des roches qui accompagnent la dunite dans les gisements platinifères. Paris, 1910. Extr. du *Bull. de la Soc. franç. de Minér.*, t. XXXIII, décembre, 28 pages et 3 figures.
- 6429 Duparc, L., Wunder, M., et Sabot, R. Contribution à la connaissance des minéraux des pegmatites (deuxième note). Paris, 1911. Extr. du *Bull. de la Soc. franç. de Minér.*, t. XXXIV, mai-juin, 18 pages, 11 figures.
- 6430 Duparc, L., et Wunder, M. Sur les serpentines du Krevet-Salatin (Oural du Nord). Paris, 1911. Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sc.*, t. CLII, 3 pages.

- 6431 Malaise, C. Échelle stratigraphique du Silurien de Belgique et âge géologique des schistes noirs de Mousty. Liège, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVI, Mém., pp. 31-39.
- 6432 Malaise, C. Sur la position géologique de l'assise de Mousty. Bruxelles, 1909. Extr. des *Bull. de l'Acad. roy. de Belg.* (Classe des Sc.), n° 1, pp. 12-16.
- 6433 Malaise, C. Fucoïdes dans le Tarannon de l'assise de Grand-Manil. Liège, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVI, pp. 50-52, 1 figure.
- 6434 Malaise, C. *Spirifer Hystericus* dans le poudingue givetien Gvap. Liège, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVII, Bull., 1 page.
- 6435 Malaise, C., et Lespineux, G. Découverte de graptolithes à Neuville-sur-Meuse. Liège, 1903-1904. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, Bull., pp. 140-141.
- 6436 Fourmarier, P. Le Gedinnien de l'anticlinal de l'Ardenne, entre les massifs cambriens de Rocroy et de Serpont. (Rapport de M. C. Malaise.) Liège, 1911. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVIII, Mém., pp. 75-76.
- 6437 Fraipont, Ch. Empreinte néréitiforme du marbre noir de Denée. (Rapport de M. C. Malaise.) Liège, 1911. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVIII, Mém., 1 page.
- 6438 Pobjig, J. Eiszeitliche Riesentiermumien-Funde in Starunia. Berlin, 1911. Extr. de *Petroleum*, t. VII, n° 3, 2 pages.
- 6439 Rutot, A. Qu'est-ce que l'Aurignacien? (pp. 129-151 et 8 fig.)
 Sur les traces de l'existence d'un culte de la hache pendant le Paléolithique inférieur (pp. 152-155).
 Sur l'âge des couches rencontrées par le prince Poutiatine dans ses fouilles de la station de Bologoïe (pp. 227-233 et 1 fig.).
 A propos de l'enquête sur la dispersion des silex du Grand Pressigny (pp. 301-308 et 1 fig.). Le Mans, 1911. Extr. du *Congrès préhistorique de France*, VI^e session. Tours, 1910.
- 6440 Rutot, A. Mise au point, pour 1911, du mémoire intitulé : *Le Préhistorique dans l'Europe centrale*, paru dans le compte rendu du Congrès de Dinant, en 1903. Malines, 1911. Extr. des *Actes et Mém. du XII^e Congrès d'Archéol. et d'Hist.*, 114 pages et 22 figures.

Élection d'un nouveau membre effectif.

Est élu à l'unanimité :

M. Verly, lieutenant du génie, répétiteur à l'École militaire, 92, rue Joseph Coosemans, à Bruxelles, présenté par MM. Rabozée et Biévez.

Discussion des thèses présentées antérieurement.

STANISLAS MEUNIER. — Un dernier mot à Messieurs Albert et Alexandre Mary.

Malgré ma résistance à alimenter des discussions qui paraissent ne promettre aucune lumière définitive, je ne puis m'empêcher de remarquer que les arguments développés par MM. Mary me semblent passer à côté du but qu'ils se proposent. J'ai employé le terme d'*activisme* pour désigner une doctrine d'après laquelle les profondeurs du milieu géologique sont en état de travail et de modification incessant. C'est à peu près pour moi le synonyme du mot *activité*, avec seulement une désinence qui semble plus convenable pour désigner une théorie. L'érudition étymologique étalée à cette occasion m'a rappelé celle que Charles Sainte-Claire Deville a naguère dépensée contre l'expression de *causes actuelles* (1).

Plus loin, je ne comprends pas bien l'objection contre la croissance nécessaire d'une rivière pendant que s'élargit sa vallée, tirée de ce qu'il y a sur les marges de cette vallée des sources qui diminuent et se tarissent et des rivières qui disparaissent. L'un des faits est le complément obligé de l'autre : la vallée qui s'élargit se comporte comme un drain naturel vis-à-vis des pays avoisinants et il n'y a pas longtemps que j'étudiais tout près de Paris, sur les flancs de la vallée de la Seine, la condition d'un district où l'industrie maraîchère se trouve compromise par les circonstances dont il s'agit. Il n'y a dans tout ceci rien qui vienne à l'encontre de « l'évolution des réseaux hydrographiques » à laquelle il est fait allusion à la fin de la note de MM. Mary, et c'est pour moi un nouvel exemple fort intéressant de la difficulté de se comprendre pour deux observateurs qui étudient le même sujet de deux points de vue différents.

(1) Voir l'ouvrage intitulé : *Coup d'œil historique sur la géologie et sur les travaux d'Elie de Beaumont*. Paris, 1878, p. 246.

Communications des membres.

MAURILE LERICHE. — Note préliminaire sur la Faune des Schistes de Mondrepuis. — La limite entre le Silurien et le Dévonien dans l'Ardenne.

En 1906, à la demande de M. Dupont, alors directeur du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, j'ai entrepris la révision des fossiles gedinniens de l'Ardenne conservés dans cet Établissement.

J'ai attendu, pour publier les résultats de cette étude, l'achèvement d'un travail sur les Lamellibranches, Gastropodes et Ptéropodes siluriens de Liévin (Pas-de-Calais) (1), travail où devait prendre place la description d'espèces identiques à celles du Gedinnien de l'Ardenne, mais, en général, beaucoup mieux conservées.

* * *

C'est, comme on le sait, sur le bord septentrional du massif cambrilien de Rocroi que le Gedinnien présente sa subdivision classique en :

5. Schistes de Saint-Hubert.
4. Schistes d'Oignies.
3. Schistes de Mondrepuis.
2. Arkose de Haybes.
1. Poudingue de Fépin.

Les deux assises supérieures, les Schistes d'Oignies et les Schistes de Saint-Hubert, renferment, en Ardenne, une faune d'Ostracophores; elles apparaissent comme une formation lagunaire tout à fait comparable à l'« Old Red Sandstone » anglais.

Les Schistes de Mondrepuis possèdent une faune toute différente, qui dénote pour eux, comme pour les deux assises gedinniennes qu'ils surmontent, une origine marine.

(1) In J. GOSSELET, CH. BARROIS, M. LERICHE, A. CRÉPIN, *Description de la faune siluro-dévonienne de Liévin* (Trilobites, par J. Gosselet. — Céphalopodes, par A. Crépin. — Lamellibranches, Gastropodes, Ptéropodes, par M. Leriche. — Les Brachiopodes, par Ch. Barrois, paraîtront ultérieurement). (MÉM. DE LA SOC. GÉOL. DU NORD, t. VI, mém. n° 2.)

Ces Schistes, comme les autres assises gedinniennes du bord nord du massif cambrien de Rocroi, affleurent suivant une bande étroite, dirigée sensiblement Ouest-Est. C'est à l'Ouest de cette bande, de part et d'autre de la frontière française, que se trouvent les trois principaux gisements fossilifères des Schistes de Mondrepuis : Mondrepuis, en France; Macquenoise et Bruly, en Belgique. Les matériaux du Musée royal d'Histoire naturelle proviennent des deux premiers gisements. Je dois à l'obligeance de M. Maillieux la communication de matériaux importants, qu'il a recueillis dans le troisième gisement.

* * *

Plusieurs auteurs se sont occupés déjà de la faune des Schistes de Mondrepuis. Les uns — d'Archiac (1), Hébert (2) — se sont bornés à dresser de simples listes de fossiles. Les autres — Thorent (3), de Koninck (4), J. Gosselet (5), E. Maillieux (6) — ont décrit et figuré certains éléments de cette faune.

De Koninck, à qui l'on doit le seul travail d'ensemble que l'on possède sur la faune des Schistes de Mondrepuis, concluait à l'âge nettement dévonien de cette faune.

Les conclusions de de Koninck furent d'autant plus facilement acceptées qu'elles donnaient au Dévonien de l'Ardenne une limite inférieure précise, facile à tracer, correspondant à la discordance du Gedinnien et de son substratum (Cambrien ou Silurien).

Cependant, ces conclusions ne s'imposaient nullement. De Koninck regardait, en effet, la presque totalité des éléments dont se composait la faune du Gedinnien inférieur comme des espèces nouvelles. Or

(1) D'ARCHIAC, *Description géologique du département de l'Aisne*. (MÉM. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 1^{re} série, t. V, pp. 356-357; 1843.)

(2) ED. HÉBERT, *Quelques renseignements nouveaux sur la constitution géologique de l'Ardenne française*. (BULL. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 2^e série, t. XII, pp. 1170-1171, 1185; 1855.)

(3) THORENT, *Mémoire sur la constitution géologique de la partie nord du département de l'Aisne touchant au royaume de Belgique, et de l'extrémité sud du département du Nord*. (MÉM. DE LA SOC. GÉOL. DE FRANCE, 1^{re} série, t. III, p. 259. pl. XXII, fig. 7; 1839.)

(4) L.-G. DE KONINCK, *Notice sur quelques fossiles recueillis par G. Devalque dans le Système Gedinnien de A. Dumont*. (ANN. DE LA SOC. GÉOL. DE BELGIQUE, t. III, pp. 25-52, pl. I; 1876.)

(5) J. GOSSELET, *Esquisse géologique du Nord de la France et des Contrées voisines* [1^{er} fascicule (Terrains primaires)], pp. 66-67, pl. I, fig. 7-14; 1880.

(6) E. MAILLIEUX, *Apparition de deux formes siegiennes dans les schistes de Mondrepuis*. (BULL. DE LA SOC. BELGE DE GÉOL., DE PALÉONTOL. ET D'HYDROL., t. XXV, 1914, Proc.-verb., pp. 176-180, pl. B.)

celles-ci, appartenant à des genres qui sont communs au Silurien et au Dévonien, ne pouvaient avoir aucune signification quant à l'âge silurien ou dévonien du Gedinnien inférieur.

* * *

La révision que j'ai faite de la faune des Schistes de Mondrepuis m'amène à compter, comme éléments de cette faune, les espèces suivantes (1) :

Calaster constellata, Thorent.

Discina sp.

Strophomena pecten, Linné.

Orthis Verneuli, de Koninck.

Orthis (*Proschizophoria*) cf. *personata*, Zeiler.

Spirifer sulcatus, Hisinger (= *S. Mercurii*, Gosselet).

Cucullella Vaissierei, Leriche.

Pterinea retroflexa, Wahlenberg (= *Avicula subcrenata*, de Koninck).

Grammysia cingulata, Hisinger (= *G. deornata*, de Koninck).

Goniophora atrebatensis, Leriche.

Bellerophon trilobatus, Sowerby.

Bellerophon megalomphalus, Leriche.

Tentaculites tenuis, Sowerby (= *T. irregularis*, de Koninck).

Orthoceras sp.

Orthoceras cf. *attenuatum*, Sowerby (= *Tentaculites grandis*, de Koninck, non F. Rømer).

Homalonotus Rømeri, de Koninck.

Acaste Downingia, Murchison (= *Dalmanites Heberti*, Gosselet).

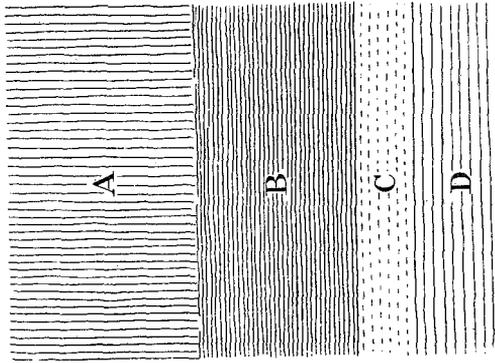
Primitia Jonesii, de Koninck.

Beyrichia Klædeni, M^c Coy (= *B. Richteri*, de Koninck).

Comme on le voit, la plupart des éléments de la faune des Schistes de Mondrepuis étaient, à l'époque où parut le travail de de Koninck, des espèces connues déjà depuis longtemps dans d'autres régions. Ce sont, en grande partie, des espèces caractéristiques du Gothlandien — et en particulier du Gothlandien supérieur (Ludlow) — de l'Ouest de l'Angleterre, de l'île de Gothland et de la Scandinavie. Les Lamellibranches, les Gastropodes et les Ptéropodes sont des formes identiques à celles qui composent la faune silurienne de Liévin (Pas-de-Calais).

(1) Ces espèces seront décrites et figurées dans les *Mémoires du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique* (t. VI).

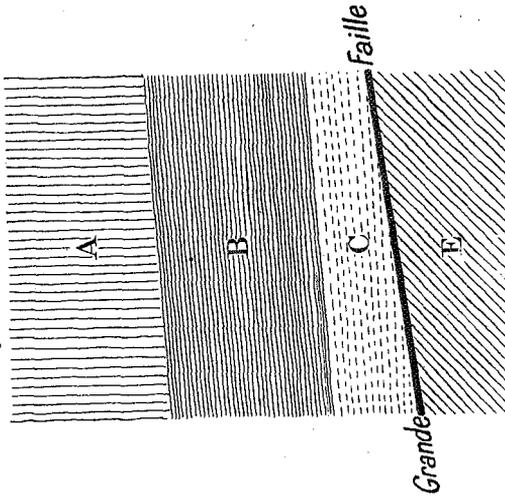
La limite entre le Silurien et le Dévonien.

I. DANS LE SHROPSHIRE
(environs de Ludlow).

A. Old Red Sandstone inférieur, à *Pteraspis rostrata*, *P. Crouchi*, *Cephalaspis Lyelli*.

B. Ludlow supérieur et « Passage-Beds », à *Pterinea retroflexa*, *Grammysia cingulata*, etc.

C. Ludlow moyen à *Dayia navicula*.
D. Ludlow inférieur à *Monograptus*.

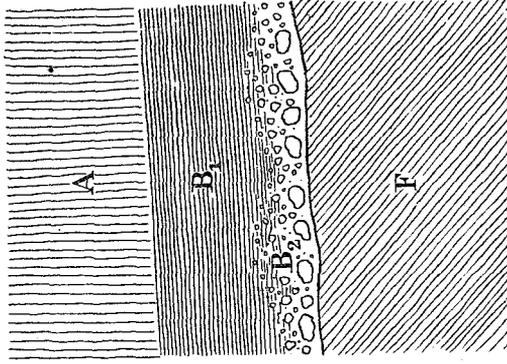
II. DANS LE PAS-DE-CALAIS
(puits n° 6 de Liévin).

A. Grès et Schistes rouges, à *Pteraspis rostrata*, *P. Crouchi*, *P. Traquairi*, *Cephalaspis Lyelli*.

B. Grès calcaireux à *Pterinea retroflexa*, *Grammysia cingulata*, etc.

C. Grès calcaireux à *Dayia navicula*.

E. Houiller.

III. DANS L'ARLENNE
(Mondrepuis).

A. Schistes d'Oignes (= Schistes de Fooz), à *Pteraspis rostrata*, *P. Traquairi*.

B. Schistes de Mondrepuis, à *Pterinea retroflexa*, *Grammysia cingulata*, etc.
B₂ Arkose de Haybes et Poudingue de Fépin.

F. Cambrien.

DEVONIEN.

SILURIEN.

* * *

La faune des Schistes de Mondrepuis étant silurienne, où devra-t-on tracer la limite inférieure du Dévonien, dans l'Ardenne?

Le terme Dévonien a été créé par Sedgwick et Murchison pour désigner l'« Old Red Sandstone » du Pays de Galles et son équivalent marin, dans le Devonshire.

La limite inférieure du Dévonien n'est pas visible dans le Devonshire; mais, plus au Nord, dans le Pays de Galles et le Shropshire, les relations de l'Old Red Sandstone avec le Silurien sont connues depuis longtemps.

Dans le Shropshire (fig. I, p. 530), l'Old Red Sandstone (A) repose en concordance sur l'étage de Ludlow. Celui-ci admet une division en trois parties :

(B) le Ludlow supérieur, caractérisé par la fréquence de *Pterinea retroflexa* Wahlenberg, *Grammysia cingula* Hisinger,

(C) le Ludlow moyen, à *Dayia navicula* Sowerby,

(D) le Ludlow inférieur, à *Monograptus (M. colonus)* Barraude, etc.).

Par l'intermédiaire des « Passage-Beds », le Ludlow supérieur passe à l'Old Red Sandstone, dont la partie inférieure est caractérisée par une faune d'Ostracophores, comprenant *Pteraspis rostrata* L. Agassiz, *P. Crouchi* Lankester, *Cephalaspis Lyelli* L. Agassiz.

Le passage du Silurien au Dévonien se fait exactement de la même manière dans le Pas-de-Calais (1) (fig. II, p. 530). Dans cette région, la partie méridionale du bassin houiller est, comme on le sait, recouverte par un massif charrié, dans la constitution duquel entrent le Silurien le plus supérieur et le Dévonien le plus inférieur. Les couches à *Dayia navicula* du Ludlow moyen (C), reconnues pour la première fois par M. Ch. Barrois (2), forment la base de ce massif. Elles sont surmontées par des grès calcaireux, bleu noirâtre (B), à *Pterinea retroflexa*, *Grammysia cingulata*, dont la partie supérieure renferme des intercalations de bancs à Ostracophores (*Pteraspis Gosseleti* Leriche, *Cyathaspis Barroisi* Leriche) et représente les Passage Beds. Ces grès calcaireux supportent, en concordance de stratification, des grès et des schistes rouges (A), caractérisés par les Ostracophores de la base de l'Old Red Sandstone (*Pteraspis rostrata*, *P. Crouchi*, *Cephalaspis Lyelli*) et par *Pteraspis Traquairi* Leriche.

(1) M. LERICHE, *Contribution à l'étude des Poissons fossiles du Nord de la France et des régions voisines* (THÈSE DE DOCTORAT ET MÉM. DE LA SOC. GÉOL. DU NORD, t. V), pp. 13-21, 1906.

(2) CH. BARROIS, *Sur la présence du Silurien à Bois-Bernard (Pas-de-Calais)*. (ANN. DE LA SOC. GÉOL. DU NORD, t. XXXI, p. 14; 1902.)

Dans l'Ardenne (fig. III, p. 350), le Gedinnien repose en discordance sur le Cambrien ou sur du Silurien. Or, les Schistes de Mondrepuis (B₁), auxquels sont intimement liés l'Arkose de Haybes et le Poudingue de Fépin (B₂), renferment, comme on l'a vu, une faune identique à celle du Ludlow supérieur du Pas-de-Calais. D'autre part, les Schistes d'Oignies (= Schistes de Fooz) (A), qui les surmontent, sont caractérisés par des Ostracophores de la base de l'Old Red Sandstone de l'Angleterre et du Pas-de-Calais (*Pteraspis rostrata*, *P. Traquairi*). C'est donc entre les Schistes de Mondrepuis et les Schistes d'Oignies que devra être tracée, dans l'Ardenne, la limite entre le Silurien et le Dévonien.

* * *

De tout ce qui précède, il résulte donc que le Gedinnien inférieur de l'Ardenne — qui comprend le Poudingue de Fépin, l'Arkose de Haybes et les Schistes de Mondrepuis — appartient tout entier au Ludlow supérieur (1). C'est, par conséquent, avant la fin du Silurien que le plissement calédonien — qui se traduit par la discordance du Poudingue de Fépin avec les formations antérieures — s'est produit en Belgique.

La formation silurienne la plus récente mise en discordance avec le Gedinnien s'observe le long de la « crête du Condroz », dans l'Entre-Sambre-et-Meuse. C'est l'assise de Thimensart, à *Monograptus colonus*, de M. Malaise (2). Elle représente exactement le Ludlow inférieur du Pays de Galles et du Shropshire.

Cette discordance montre que le plissement calédonien se place, en Belgique, exactement à l'époque du Ludlow moyen.

Discussion.

M. MALAISE. — Dans le Pays de Galles, y a-t-il discordance entre le Silurien et le Dévonien?

M. LERICHE. — Non; il y a concordance parfaite.

M. MALAISE. — La coupure paléontologique entre le Silurien et le

(1) Ce résultat a été annoncé dans un travail antérieur : M. LERICHE, *L'Histoire géologique de l'Ardenne. Leçon d'ouverture du cours de Géologie à l'Université de Bruxelles*. (REVUE DE L'UNIVERSITÉ DE BRUXELLES, ann. 1910-1911, pp. 376-377; mars 1911.)

(2) G. MALAISE, *Sur l'évolution de l'Échelle stratigraphique du Siluro-Cambrien de Belgique*. (In M. MOURLON, *Texte explicatif du Levé géologique de la planchette de Genappe*, p. 33; Bruxelles, décembre 1910.)

dévonien en Belgique présentera l'inconvénient d'avoir dans notre pays du Silurien discordant des couches dévoniennes et un autre non discordant.

Il y a toujours en Ardenne une grande lacune entre le Cambrien et toutes les assises qui le surmontent, puisque toutes les assises inférieures du Silurien y font défaut.

M. LERICHE. — Dans le Shropshire, on constate parfois aussi une discordance dans la masse du Silurien; elle correspond approximativement à la limite de l'Ordovicien et du Gothlandien.

La classification des terrains ne peut être faite que sur des données paléontologiques. Les discordances ne présentent, en effet, aucun caractère de généralité. On ne peut, pour des raisons de commodité et quel que soit l'intérêt local de ces discordances, leur donner une valeur qu'elles n'ont pas.

M. MOURLON. — M. Leriche connaît-il la tranchée de Sart-Bernard? Dans cette tranchée, il y a discordance complète du poudingue d'Ombret, assimilable au poudingue de Fépin, sur les schistes siluriens.

M. MALAISE. — Il n'y en a pas moins une lacune, car à Sart-Bernard le Silurien est représenté par les assises d'Arenig et de Gaudleifo.

M. LERICHE. — Les fossiles de la Craie phosphatée de la Picardie.

Inscrit aux *Mémoires*.

JULES DELECOURT fils. — Détermination de la présence des eaux artésiennes au cours d'un forage.

A maintes reprises, des puits artésiens ont traversé des couches aquifères importantes, sans que le sondeur s'en soit rendu compte.

J'exposerai aujourd'hui les raisons qui font que de tels accidents sont fréquents en pratique. Je donnerai ensuite le principe et la vérification expérimentale d'un procédé qui permet d'éviter tout mécompte de ce genre.

§ 1. — PRINCIPE DES MÉTHODES DE DÉTERMINATION.

1. Au cours d'un forage, on dispose de deux moyens pour constater la rencontre des couches artésiennes.

Celles-ci étant, par définition, *captives* lors de leur rencontre, le niveau d'équilibre hydrostatique subira un relèvement ou dans certains cas, plus rares il est vrai, un abaissement.

La méthode habituelle consistera donc à enregistrer toutes les variations du niveau de l'eau dans le puits. Dès qu'un relèvement ou un abaissement brusque sera constaté, on aura touché une couche captive.

La seconde méthode, de beaucoup la plus précise, consiste à jauger la venue à un niveau rabattu fixe. Il est inutile d'ajouter que la rencontre de couches artésiennes sera indiquée par une augmentation ou une diminution de débit

§ 2. — DÉTERMINATION DE LA RENCONTRE DES COUCHES ARTÉSIENNES PAR LE MOUVEMENT DE L'EAU DANS LE TUBAGE.

2. Si à première vue il paraît facile de déterminer la présence de l'eau par une variation du niveau libre, il faut reconnaître que pour les puits non jaillissants, certaines circonstances résultant soit de la constitution du terrain, soit des variations saisonnières, soit enfin du mode de curage du trou de sonde, rendent souvent la méthode illusoire.

3. Nappes superposées à même équi libre.

Dans certains terrains, la rencontre de nouvelles couches aquifères ne se manifeste par aucune dénivellation du niveau libre hydrostatique.

Les deux parties d'une couche perméable coupée par une lentille imperméable donneront plus d'eau que la seule partie supérieure, sans qu'on enregistre la moindre variation du niveau. Des faits analogues peuvent se reproduire lorsqu'on traverse les bancs d'un même réservoir aquifère.

Certains cailloutis de base peuvent avoir le même niveau hydrostatique que les terrains sous-jacents. Tel est le cas en certains points de la vallée de la Haine pour les eaux des silex verdis landeniens posant sur la craie aquifère. Si de tels faits se reproduisent dans la basse et la moyenne Belgique, on a pu en conclure abusivement que la craie n'y est pas aquifère.

4. Variations saisonnières de l'équilibre hydrostatique.

Les variations saisonnières des niveaux d'équilibre hydrostatique des couches phréatiques qui alimentent les couches artésiennes, peuvent

avoir une amplitude de plusieurs mètres et masquer complètement les variations causées par la rencontre de couches artésiennes nouvelles.

Qu'il me suffise à cet effet de rappeler les intéressants travaux de M. Gosselet sur les couches aquifères du Nord de la France. Ce dernier a enregistré, des variations mensuelles de l'équilibre hydrostatique qui atteignent 2^m70.

5. Variations du niveau libre dues au mode de curage du trou de sonde.

Enfin le mode de curage du trou de sonde intervient fortement sur les variations du niveau libre dans les tubes.

On peut enlever les déblais :

- a) Par injection d'eau (curage continu) ;
- b) Par soupapes à boue (curage discontinu).

L'injection d'eau entretient dans les puits un niveau d'eau factice. Pour que l'on constate la présence de l'eau dans un puits à curage continu, il faut que la couche aquifère boive les eaux d'injection. Il faut alors que le niveau absorbe les eaux d'injection et soit par conséquent très important ou très bas. Dans les autres cas, on n'est renseigné que par de faibles pertes d'eau qui peuvent être attribuées à une série de causes diverses. Les puits artésiens forés à injection d'eau, chez nous, sont d'ailleurs de diamètres tellement faibles qu'ils ne sont JAMAIS à conseiller quand il s'agit d'autre chose que d'un puits domestique.

Tous les travaux importants sont donc ou devraient être forés à sec, avec curage par soupapes à boue. Dans ce cas, les soupapes prélèvent, en même temps que les déblais, une quantité assez considérable d'eau souterraine. L'enlèvement de celle-ci amène une variation du niveau libre de l'eau dans le puits qui masque très souvent celle causée par la rencontre des couches aquifères. Après un curage, il est facile de s'assurer qu'il faut souvent plusieurs jours pour que le niveau rabattu remonte à la position d'équilibre hydrostatique.

Dans les sondages où l'on chôme le dimanche, le niveau libre est toujours plus haut le lundi matin qu'à tout autre moment.

6. Conclusions.

Il résulte donc de ce qui précède :

- a) Qu'une couche aquifère peut être rencontrée sans qu'elle modifie le niveau d'équilibre hydrostatique ;
- b) Que même si aucune couche artésienne n'est rencontrée, le niveau des eaux dans le tubage peut être excessivement variable.

Par conséquent, la méthode qui détermine la rencontre des niveaux artésiens par la dénivellation du niveau d'équilibre hydrostatique, est souvent en défaut :

- a) Parce qu'on peut passer des couches aquifères sans en être averti;
- b) Parce qu'on peut croire en avoir rencontré alors qu'elles n'existent pas.

§ 5. — DÉTERMINATION PAR POMPAGE DIRECT.

7. La détermination par pompage à un ou mieux encore à deux niveaux déterminés est naturellement infaillible.

Malheureusement, quiconque a assisté à des travaux de forage un peu importants se convainc immédiatement de l'impossibilité matérielle de faire des pompages fréquents avec les procédés actuels. En effet, le travail de forage utilise toute la section du tubage, et le placement à demeure d'une conduite d'aspiration ou de refoulement, ou encore d'un émulseur d'air, entraîne un chômage tellement coûteux qu'on ne l'affronte généralement que lorsqu'une brusque variation du niveau libre hydrostatique *indique formellement* ou tout au moins fait *sérieusement présumer* la rencontre d'une couche aquifère importante.

Donc, actuellement, la méthode par pompage n'est jamais qu'un *contrôle* de la détermination par la variation du niveau de l'équilibre.

8. Conditions pour qu'un pompage soit pratiquement réalisable.

Pour que l'on puisse toujours jauger directement, il faudrait qu'il existât un procédé qui réunit les conditions suivantes :

- a) Être rapide, pour n'entraîner qu'un chômage insignifiant ;
- b) Être précis ;
- c) N'utiliser que les outils usuels aux sondeurs.

9. Jaugeage par soupapes à l'eau.

On s'est souvent servi du jaugeage par soupapes à l'eau.

Si on modifie le clapet des soupapes à boue de façon à le rendre étanche à l'eau claire, on obtient un instrument de mesure qu'on peut jauger fort exactement. Si on extrait pendant un temps déterminé un certain nombre de ces soupapes, on en déduit bien un débit moyen, mais il correspond à un rabattement inconnu.

En effet, supposons que nous prenions le niveau de l'eau après les pompages; correspondra-t-il au débit moyen ? Évidemment non, puisqu'il correspond à un appel essentiellement variable qui passe de zéro,

pendant que la soupape est complètement dans l'eau ou hors de l'eau, à un chiffre énorme pendant que l'outil émerge. De plus, pendant que le dernier prélèvement à la couche est retiré du puits et pendant que l'on mesure le rabattement, le niveau de l'eau dans le puits a remonté et remonte encore. Les résultats obtenus manquent donc de précision.

Si de tels essais sont conduits pendant plusieurs jours, ils peuvent indiquer, il est vrai, que le puits est capable de donner un débit déterminé par vingt-quatre heures, mais il est impossible de prévoir quel abaissement du niveau libre va produire le prélèvement.

Le rabattement est donc inconnu, et le procédé est imprécis. De plus, il entraîne un chômage assez long, puisqu'il faut pomper un volume suffisant pour que les eaux qui se trouvent dans le cubage n'entrent pas en ligne de compte pour augmenter le débit.

Le jaugeage par soupapes présente, d'autre part, l'énorme avantage de ne nécessiter aucun appareil spécial, ni aucun montage particulier. Pour qu'il soit pratique, il faut le modifier dans le sens suivant :

- a) Augmenter la précision ;
- b) Éliminer des calculs les eaux qui se trouvent dans le puits au début des essais, pour que ceux-ci ne durent que quelques heures.

C'est ce que j'ai pu faire en jaugeant d'après le temps de remontée du niveau libre dans les tubages.

§ 4. — JAUGEAGE DES PUIITS ARTÉSIENS PAR LA MESURE DE LA VITESSE DE RELÈVEMENT DES EAUX DANS LE TUBAGE.

10. On commencera par rabattre les eaux en pompant à l'aide de soupapes à l'eau pendant une heure ou deux. Pour prélever une quantité d'eau suffisante, pour obtenir des temps de remontée appréciables, il faut nécessairement une soupape de volume important. Pour des puits d'un diamètre inférieur à 200 millimètres, les soupapes deviennent de trop faible capacité pour que la méthode soit avantageuse. Elle ne s'applique donc pas au puits de petit diamètre, et la perte de charge dans la colonne ascensionnelle est toujours négligeable.

Dès lors, deux cas peuvent se présenter :

- a) La couche aquifère est perméable en petit, et le débit est sensiblement proportionnel au rabattement ;
- b) Le réservoir aquifère est perméable en grand, et le débit est proportionnel à la racine carrée du rabattement.

J'affirme que les puits d'un diamètre au fond inférieur à 20 centimètres doivent être toujours déconseillés. Tous les mécomptes qu'ont

donnés les nombreux puits mal forés sont, en général, imputables à la faiblesse de la section offerte à l'écoulement des eaux. La méthode de jaugeage que je préconise est donc toujours applicable aux puits bien établis.

Les essais se font avec des débits décroissants et ne doivent donc jamais donner de diagrammes inexacts à courbure inverse dont j'ai signalé l'existence dans ma *Théorie des puits artésiens*.

11. Essai de jaugeage pour les puits en couche aquifère proprement dite.

Le diamètre étant forcément grand (10), le débit est sensiblement proportionnel au rabattement. On peut donc écrire

$$Q = \alpha h,$$

avec

Q = débit pour le rabattement h ;
 α = coefficient sensiblement constant pour un puits déterminé.

Pendant le temps dT , le niveau de l'eau remonte d'une hauteur dh et remplit un volume cylindrique dont l'expression est

$$dQ = s dh, \quad (1)$$

si s = section horizontale libre à l'accès de l'eau.

Ce remplissage est produit par la venue aquifère pour le rabattement h perdurant pendant le temps dT , d'où

$$dQ = \alpha h dT. \quad (2)$$

Les équations (1) et (2) donneront

$$s dh = \alpha h dT,$$

ou, en séparant les variables,

$$s \frac{dh}{h} = \alpha dT,$$

ou, en intégrant,

$$s \log \text{ nép. } h = \alpha T + c,$$

avec C = constante d'intégration.

Si donc on mesure le temps T que met le niveau libre pour remonter de la hauteur h_2 à la hauteur h_1 , nous pourrions écrire

$$\frac{s}{\alpha} \log \text{ nép. } \frac{h_2}{h_1} = T. \quad (3)$$

Si d est le diamètre du tubage étanche, on a

$$s = \frac{\pi d^2}{4}$$

Dès lors nous pouvons écrire, en ramenant (3) aux logarithmes vulgaires,

$$\alpha = 1.81 \frac{d^2}{T} \log \frac{h_2}{h_1}, \quad (5)$$

$$Q = \alpha h. \quad (6)$$

12. Essai de pompage pour les puits en terrains perméables en grand.

Nous pouvons écrire :

$$Q = \beta \sqrt{h},$$

Q = débit pour le rabattement h et
 β = coefficient sensiblement constant.

En procédant comme précédemment, on trouve :

$$sdh = \beta \sqrt{h} dT,$$

ou, en intégrant,

$$2s \sqrt{h} = \beta T + c.$$

Si donc nous avons mesuré le temps T que met le niveau libre pour remonter du niveau h_2 au niveau h_1 , nous aurons

$$2s (\sqrt{h_2} - \sqrt{h_1}) = \beta T. \quad (7)$$

On a encore

$$1 = \frac{\pi d^2}{4},$$

d'où enfin

$$\beta = \frac{\pi d^2}{2T} (\sqrt{h_2} - \sqrt{h_1}), \quad (8)$$

$$Q = \beta \sqrt{h}. \quad (9)$$

13. Remarque.

Si dans (3) nous faisons $h_2 > 0$ et $h_1 = 0$, nous trouvons $T = \infty$.
 Il en résulte que si le diagramme rectiligne de Dupuit était rigoureu-

sement exact, un puits artésien ne reprendrait *jamais* son niveau d'équilibre après un pompage.

Il en résulte donc que la théorie de Dupuit n'est pas rigoureusement exacte, ainsi que je l'ai démontré ailleurs.

Toutefois, pour des puits à grand diamètre, les débits diffèrent peu de ceux indiqués par la droite de Dupuit, et on peut se contenter du diagramme rectiligne de ce dernier.

Dans la vérification expérimentale qui va suivre, on pourra d'ailleurs suivre les variations de α et en mesurer l'amplitude.

14. Conclusion.

Il résulte de ce qui précède qu'on peut, à l'aide de deux mesures de profondeurs et d'une mesure de temps, déterminer le débit pour un rabattement quelconque. Il est bon toutefois de répéter l'opération pour plusieurs niveaux rabattus afin de s'assurer de l'approximation des formules (5) et (8). Il reste donc, pour montrer l'exactitude de la méthode, à en donner une vérification expérimentale.

15. Application au puits artésien du couvent de Pesches.

Le puits est entièrement creusé dans le calcaire *Cobm.* Il est foré avec des trépan de 345 millimètres. Les bancs peuvent glisser étant fort inclinés (à 1/3), d'où nécessité de tuber. Pour pouvoir employer une soupape de grand diamètre, des essais ont été faits avant le tubage.

Un premier niveau artésien a été rencontré vers 12 mètres; sous ce niveau le débit est donc constant jusqu'au moment où un autre niveau artésien a été rencontré. Il a pu être établi très exactement à 310 litres à l'heure, le 7 novembre. Sous la cote — 12, à cette époque, le niveau remonte d'une hauteur constante de 3^m20 à l'heure. Le puits est donc complètement étanche depuis la cote — 12 jusqu'à la nouvelle venue artésienne rencontrée dans le puits.

La capacité de 1 mètre de forage est donc de

$$\frac{310}{3,20} = 97 \text{ litres}$$

et le diamètre du trou est donné par

$$d^2 = \frac{4 \times 97}{\pi} = 35 \text{ centimètres.}$$

Dès lors les formules

$$\alpha = \frac{1.81 \times 0.35^2}{T} \log \frac{h_2}{h_1} \text{ et } Q = \alpha h$$

conduisent au tableau suivant :

Heure de la prise de niveau.	Cote de l'eau sous le sol. L	Rabattement $h = L - 3.10$.	$\log \frac{h_2}{h_1}$ T	α	Débit en litres à l'heure $Q = 60\,000. \alpha. h$
11.21	16,65	13,55			999
			0,005522	0,001224	
11.31	15,15	12,05			896
			0,005583	0,001238	
11.41	13,72	10,62			796
			0,005600	0,001242	
11.51	12,45	9,35			700
			0,005613	0,001245	
12.1	11,33	8,23			615
			0,005630	0,001248	
12.41	8,00	4,90			367

Variation totale de α :

$$0.001248 - 0.001224 = 0.000024.$$

Erreur moyenne :

$$\frac{0.000024}{2 \times 0.001236} = 0.97 \text{ \%}.$$

L'essai fait donc reconnaître que dans certains calcaires la loi de Dupuit se vérifie à peu de chose près, puisque la variation moyenne de α est de moins de 1 %. Il en résulte que dans certains calcaires l'eau circule dans les terrains perméables en petit, elle est donc filtrée.

La durée totale des essais a été de moins de trois heures.

La venue artésienne supérieure était tarie lors des essais du 22 novembre, le miroir du niveau libre n'étant plus troublé en dessous de la cote — 12 par les eaux qui seraient tombées dessus si la source avait encore débité.

Les essais se faisant généralement dans des tubes étanches et non dans le terrain, toute la complication que nécessite le mesurage du diamètre du trou de sonde disparaît.

16. Emploi de la méthode.

L'exemple que je viens de citer montre le degré de précision de la méthode.

Les résultats auxquels elle conduit ne dispensent toutefois pas de faire, dans certains cas, des essais de pompage à longue durée, afin de reconnaître si on a affaire à une véritable couche aquifère ou à une poche d'eau. Mais elle permet de ne jamais recourir à des pompages de longue durée qu'à bon escient et de déterminer en quelques heures, et avec une précision très suffisante, une augmentation de débit et son importance.

Les expériences pouvant être faites au cours du forage, on peut se renseigner sur l'importance particulière de chaque venue d'eau, alors qu'actuellement on ne les détermine que quand le sondage est terminé, donc toutes ensemble. Il est ainsi possible de savoir exactement d'où provient l'eau.

Depuis le 22 novembre le puits a été approfondi de 6^m50 et a actuellement une profondeur totale de 67^m40. Il a rencontré de nouvelles veines aquifères. Le débit actuel à l'aide d'une simple pompe aspirante peut être de 5 000 litres à l'heure et le niveau d'équilibre se trouve actuellement à moins de 2 mètres du sol.

Si on remarque que l'orifice du puits est à la cote 257 et le trop-plein phréatique de Couvin à 190, on constate, non sans étonnement, que la pente totale de la nappe est de 65 mètres sur 2 kilomètres environ, soit 32 mètres par kilomètre ! Quel torrent produirait en résurgence une nappe ayant un tel profil, si la proportionnalité du débit et du rabattement observée au puits de Pesches n'indiquait un filtrage à travers banc ou bien d'une circulation à travers des cassures vides !

CHARLES FRAIPONT. — Les silex crétacés des Hautes-Fagnes
sont des dépôts de l'Éluvium.

A la séance du 18 novembre 1908 de la Société belge de Géologie à Bruxelles, M. Renier, en réponse à un travail de M. de Munck intitulé : *Les silex crétacés de la Haute-Ardenne belge et les silex crétacés et les Éolithes du Hohe-Venn prussien*, signale à ce dernier un travail de M. le professeur E. Holzapfel : *Das Feuersteindiluvium der nächten Umgebund von Aachen*, dans *Beobachtungen im Diluvium der gegend von Aachen* (JAHRBUCH K. PREUSS. GEOL. LANDESANST. FÜR 1905), dont la conclusion est la suivante : *Les dépôts à silex des Hautes-Fagnes ne peuvent résulter de la dissolution sur place des assises crétacées* (1).

Nous pensons au contraire, après Gustave Dewalque et avec la grande majorité des géologues belges, que ces dépôts à silex sont bien en place; qu'ils sont dus à la dissolution sur place des assises crétacées, qu'ils sont tout au plus en quelques points légèrement remaniés; mais qu'en aucun cas il ne peut être question de transports en grand. Nous ne voulons que défendre ici ce qui nous fut enseigné par notre savant maître, le professeur Max Lohest, opinion qui, répétons-le, fut celle de Gustave Dewalque et est celle de M. de Munck et de la grande majorité des géologues du pays.

M. Holzapfel se base pour conclure sur les observations suivantes : *La Grande Tourbière royale située entre la vallée de la Roer et celle de la Helle montre des dépôts considérables de silex meubles au milieu desquels on découvre assez fréquemment des cailloux de quartzite franchement roulés. Les silex eux-mêmes montrent souvent des traces de roulage. Ils reposent sur une couche de cailloux de quartz blanc filonien absolument identiques à ceux qui près d'Aix-la-Chapelle ne peuvent être considérés que comme tertiaires.*

Toutes ces observations sont scrupuleusement exactes; l'auteur conclut : *Les dépôts à silex ne peuvent donc résulter de la dissolution sur place*

(1) Voir *Bull. de la Soc. belge de Géol., etc. Proc.-verb.*, t. XXII, pp. 307, 326, 363 et 364.

des assises crétacées. Ici nous ne sommes plus du tout d'accord et nous espérons montrer qu'en admettant l'observation des faits de M. Holzapfel, la conclusion qu'il en tire est loin d'être inéluctable.

Notre savant confrère M. Rutot a d'ailleurs parfaitement remis les choses au point à la séance du 19 janvier 1909 (voir *Procès-verbaux*, p. 5, t. XXIII); il a montré que les amas de silex en question sont bien le résidu en place de la craie à silex. M. Holzapfel signale d'ailleurs des faits assez peu nets que l'on peut expliquer par des remaniements dus à des actions secondaires qui ont pu se produire avant l'invasion de la mer aquitaniennne, puis à des époques beaucoup plus récentes, postérieures au retrait de la mer poedèrlienne.

Après ces judicieuses observations de M. Rutot, la question aurait pu en rester là, et si j'en reparle aujourd'hui, c'est pour rappeler l'opinion de Dewalque à ce sujet et pour rappeler une constatation que j'ai faite dans les sablières du Sart-Tilman, constatation qui explique bien des choses et montre entre autres un remaniement évident du tapis à silex, en certains points tout au moins, par la mer aquitaniennne elle-même.

Je pense aussi qu'il n'est pas mauvais d'en finir une bonne fois de cette vieille querelle... éluvium... diluvium, en montrant l'accord unanime des Dewalque, des Lobest, des Rutot, des de Munck, etc., pour considérer, aujourd'hui comme toujours, qu'il ne s'agit de diluvium, ni pour le tapis à silex des Hautes-Fagnes ou de la Hohe-Venn, ni pour les autres débris du Crétacé que l'on retrouve de-ci de-là sur nos plateaux.

Je crois apporter pour ma part quelques éléments nouveaux à cette question que je m'excuse encore une fois de remettre sur le tapis.

Ce qui paraît le plus démonstratif dans l'hypothèse de M. Holzapfel, c'est l'existence du cailloutis de quartz sous le tapis à silex.

La présence *sous* le dépôt d'un cailloutis de quartz filonien identique à des cailloutis d'âge tertiaire ne démontre pas l'âge tertiaire de ce cailloutis; on peut admettre simplement que les mêmes causes ont produit les mêmes effets et avant le dépôt de la mer crétacée et après ce dépôt pendant la période tertiaire; il a seulement fallu qu'à ces deux époques affleurent quelque part les roches que coupaient ces filons de quartz d'où proviennent les cailloux en question. La présence des cailloux de quartzite avec les silex roulés et les silex simplement brisés ou entiers sera facilement expliquée aussi par un exemple pris au Sart-Tilman, près de Liège.

Nous avons, dans un travail publié à la Société géologique de Bel-

gique, donné la coupe d'une sablière (1) qui, en résumé, est la suivante : A la base, le schiste du Dévonien inférieur, puis le conglomérat à silex crétacé, *indiscutablement en place*, au-dessus 3 mètres de sables de l'Oligocène supérieur, enfin un lit de *silex roulés* plus ou moins volumineux, ensuite des sables blanc-jaune et rosés, puis un épais cailloutis de quartz blanc, de quartzite et autres roches ardennaises englobés dans une argile rougeâtre; au-dessus enfin, une glaise rougeâtre, puis le limon quaternaire et la terre arable. Coupe identique presque à celle de Boncelles, sauf le lit de silex roulés.

Tout ceci a été constaté à une excursion à laquelle furent invités les membres de nos deux sociétés géologiques, à laquelle prirent part MM. Julien Fraipont, Max Lohest, P. Fourmarier, R. d'Andrimont, G. Lespineux, etc., et qui eut lieu le 6 avril 1908 (1).

En un point de la coupe, M. Paul Fourmarier fit observer que le cailloutis de silex ravine le sable oligocène sous-jacent et qu'à ces silex sont mêlés des cailloux blancs et des cailloux de quartzite, et il conclut à un remaniement.

Supposons que l'érosion se soit fait sentir davantage sur cette sablière; supposons que les sables oligocènes soient disparus; supposons que le sommet du conglomérat à silex, résidu de toute la série crétacée, ait été remanié, ce qui est tout naturel, puisque pendant la dissolution de cette série nous sommes en pleine période continentale et que la mer tertiaire a progressivement envahi la région, remaniant la partie superficielle des couches côtières, si je puis m'exprimer ainsi.

Qu'aurons-nous donc finalement sous les yeux aujourd'hui?

Le conglomérat à silex en place, avec sa partie supérieure remaniée, avec les silex roulés qui, jadis, en étaient séparés par les sables oligocènes, avec les cailloux de quartzite et de quartz, qui se trouvaient plus haut encore dans la série des couches, et ces graviers, comme l'a dit déjà Gustave Dewalque, se sont infiltrés avec l'argile, résidu de la dissolution de la roche, dans les interstices entre les silex en place.

Si l'érosion a été plus complète encore, s'il ne reste aucune coupe apparente dans ce vestige du Crétacé, nous aurons le sol primaire simplement recouvert de silex entiers, de silex brisés, de silex roulés par la mer tertiaire, de cailloux de quartz ou de quartzite plus jeunes

(1) *Les sablières du Sart-Tilman lex-Liège et Excursion du 26 avril 1908*, par CHARLES FRAIPONT. (Ann. Soc. géol. de Belg., Bull., t. XXXV.)

encore peut-être, et nous n'aurons pas dû recourir au diluvium pour expliquer cela.

Cependant, d'où venaient les silex roulés?

Évidemment d'une falaise de Crétacé existant pendant l'Oligocène supérieur.

Nous croyons avoir montré que les faits observés par M. Holzapfel sont explicables en conservant l'hypothèse généralement admise qui range ces dépôts dans l'Eluvium; nous allons montrer, en transcrivant simplement la description faite par Gustave Dewalque de la tranchée du Hockay, qu'il n'y a pas le moindre doute que pour ce point en particulier nous avons bien de l'Eluvium :

« Nous arrivons ainsi à la grande tranchée de la halte du Hockay, longue de 1 100 mètres, profonde de 18 mètres. La surface du Revinien s'abaisse légèrement, en ondulant, jusqu'au point où la profondeur est la plus grande; ici, il n'est visible que sur 3 ou 4 mètres de hauteur, et formé de phyllades avec quelques quartzites altérés, à peu près parallèles à la voie ferrée et inclinés d'environ 60° vers le Sud-Sud-Est. Près de la surface, le phyllade est généralement altéré et converti en argile noirâtre, puis grisâtre, de faible épaisseur. On y a trouvé des cavités produites par des animaux perforants. Le reste de la tranchée est formé par le conglomérat à silex. D'après d'anciennes notes, dont les éboulis ne permettent pas de vérifier l'exactitude, on trouve d'abord une couche de cailloux de quartzite plus ou moins roulés, empâtés dans une terre grise ou jaune; cette couche, épaisse de 1 à 3 mètres, passe vers le haut à un gravier mêlé de sable grossier, argileux, dans lequel se voient quelques lignes rouges ou noires et manganésifères. Cette couche, épaisse de 0^m50 au plus, est un peu inégale et ondulée. Vient ensuite le *conglomérat à silex proprement dit, formé de silex entiers ou brisés, mais non roulés*, fortement altérés, mats, blanc jaunâtre, dans lesquels on trouve quelques fossiles à l'état de moules. L'altération a généralement pénétré toute la masse du silex; parfois pourtant on en trouve dont l'intérieur est resté translucide et noir. Ceux-ci paraissent provenir de la craie blanche; la grande masse semble, au contraire, provenir de la craie maestrichtienne. Il est regrettable, comme le dit M. E. Delvaux, que l'on ne connaisse pas l'épaisseur de chaque série. Les interstices entre les silex sont occupés par une argile jaune absolument exempte de carbonate de calcium; on a recueilli aussi des graviers, jusqu'à une certaine hauteur. Il y en a peut-être jusqu'au haut de la tranchée, bien que nos anciennes notes n'en renferment aucune mention. Nous ne croyons pas, contrairement

à l'idée émise par M. E. Delvaux, qu'il y ait un dépôt de cailloux roulés au sommet. Nous avons vu souvent cette tranchée et nous ne nous souvenons de rien de pareil. Cela ne veut pas dire pourtant que nous repoussions l'idée qu'un tel dépôt ait existé au sommet de cette crête; au contraire. En effet, on est d'accord pour croire que nous sommes en présence des restes d'assises crétacées dont le calcaire a été dissous et dont *les silex se sont affaissés et tassés sur place*; il est donc évident que si l'on rencontre des graviers dans leur masse, ce que nous ne voulons pas nier, ces graviers doivent provenir d'un dépôt postérieur dont certaines parties se sont infiltrées et mélangées à l'argile, résidu de la dissolution de la roche (1).

« Mais, encore une fois, il ne nous est pas démontré qu'il y ait ici d'autres graviers que ceux dont nous avons jadis noté la présence en dessous des silex (2). »

Dans son *Prodrome d'une description géologique de la Belgique*, Dewalque considère encore ces dépôts des Hautes-Fagnes comme des lambeaux que l'on peut rattacher aux bassins crétacés. Il les indique comme tels sur sa carte géologique au 500 000^e; d'Omalius d'Halloy l'avait fait aussi avant lui.

M. Max Lobest, dans son travail : *Des gisements de phosphate de chaux de la Hesbaye et de l'étendue de la zone où l'on peut espérer les rencontrer* (3), les considère comme bien en place.

Mais revenons à présent à un point un peu plus délicat de la question, le fait de trouver le tapis de silex *superposé* à un cailloutis de quartz filonien. Pourquoi n'aurait-il pu, comme nous l'insinuions tantôt, y avoir par endroits, au moment de l'invasion de la mer crétacée, des cailloux roulés semblables à ceux rencontrés dans le Tertiaire? Nous trouvons au Sart-Tilman, au-dessus du tapis de silex bien en place, et interstratifié dans des sables de l'Oligocène supérieur, un banc de cailloux de silex, lesquels cailloux ont, sans qu'il soit possible d'en douter, été amenés là et roulés dans leur transport pendant l'Oligocène supérieur. (Leur position stratigraphique le démontre à l'évidence.)

(1) Ne serait-ce pas là simplement la couche de cailloux tertiaire sous-jacente aux silex de la Hobe-Venn?

(2) *Séance extraordinaire à Spa, tenue les 30 et 31 août et 1^{er} septembre 1885*, par GUSTAVE DEWALQUE. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XIII. Bulletins, 35-36.) Voir aussi : *Nouvelles observations dans la tranchée de Hockay*. (*Ibid.*, t. XXV.)

(3) *Ann. Sc. géol. de Belgique*, t. XVII, p. 146. Voir aussi LOBEST, *L'assise à silex en Hesbaye n'est pas un dépôt de transport*. (*Ibidem*, t. XII, p. 355.)

Si, d'autre part, on admet que les silex de la Grande Tourbière royale ne sont pas en place, pourquoi les cailloux de quartz sous-jacents le seraient-ils? S'ils ne le sont ni les uns ni les autres, on peut admettre en ce point un remaniement local. Mais de là à admettre que l'ensemble du dépôt de silex de la Hohe-Venn et des Hautes-Fagnes sont du Diluvium, il y a un abîme. Est-il absolument certain que l'on n'a pas affaire même là-bas à des cailloux infiltrés entre les blocs de silex? A l'endroit même où M. Holzapfel a fait ses observations, les silex montrent, dit-il, *souvent* des traces de roulage; des *traces...*, *souvent...*: il y a donc encore des silex entiers ou brisés et non roulés, le phénomène de *roulage* a donc été de peu d'intensité! Pour moi; à bien peu de chose près, il en est de cet endroit même comme de la coupe du Hockay, avec un léger remaniement local en plus peut-être, mais à mon avis le Diluvium n'a rien à faire dans tout cela. Nous admettrions plutôt par endroits un dépôt de cailloux de quartz précrétacé qui n'aurait, je le répète, rien de bien étrange.

Concluons donc: M. Holzapfel ne prouve pas d'une façon indiscutable qu'aux points qu'il a observés les silex ne sont pas le résidu en place du Crétacé; d'autre part, Gustave Dewalque a montré, en 1885, qu'au Hockay (Hautes-Fagnes) nous avons bien affaire au résidu en place du Crétacé. Nous sommes donc en droit de conclure que, malgré ce qu'on en a dit, la vieille hypothèse de Dewalque reste la bonne et que les silex crétacés des Hautes-Fagnes sont de l'Eluvium.

HANS POHLIG. — Une ancienne embouchure de la Meuse près de Bonn (2^e partie) (1).

J'ai complété ma première publication sur cette question dans la dernière *Naturforscher Versammlung*, à Cologne.

La présente communication est destinée surtout à indiquer des faits nouveaux qui viennent appuyer ma thèse de l'existence d'une embouchure de l'ancienne Meuse, dans l'ancienne lagune de Bonn-Cologne.

Parmi les géologues actuels, je me trouve être le seul qui ait pu constater la présence de ces dépôts de la Meuse près de Bonn, il y a à peu près vingt-cinq ans; ils se trouvent aujourd'hui enterrés sous les éboulis des pentes, mais il serait facile de les mettre de nouveau à

(1) Première partie, *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XX, 1906.

découvert. Ces dépôts ne sont pas identiques aux graviers à silex oolithiques, car ceux-ci sont plus récents que les dépôts pliocènes, puisqu'ils datent du Quaternaire glaciaire ancien, et ils recouvrent les dépôts de la Meuse ancienne. La carrière de sable dans laquelle on a trouvé en abondance les silex oolithiques, inexistante encore au moment de mes constatations, se trouve à environ 1 kilomètre au Sud de l'endroit du gisement des dépôts fluviaux de la Meuse et s'en trouve séparée par une vallée; ceux-ci se voyaient dans une fosse aujourd'hui comblée par l'éboulis autant que par la végétation.

On sait que les silex oolithiques sont fréquents dans le gravier de la Meuse actuelle, mais comme on les rencontre tout aussi fréquemment dans le gravier ancien du Rhin, du bassin de Mayence, il faut se garder de leur attribuer une importance stratigraphique trop considérable. Ces silex se rencontrent à Bonn dans les graviers les plus anciens, mais lorsque les dépôts du fleuve moséen se sont formés dans la région, le Rhin en aval de Mayence n'existait pas encore, et sur son emplacement il y avait une rivière venant du Nord, de la région du bassin de Neuwied vers la lagune d'eau saumâtre d'abord et ensuite d'eau douce qui occupait le bassin de Mayence et où sont venus s'accumuler les dépôts de lignite pliocène de la Wetterau. On sait que la Moselle du Quaternaire ancien coulait par Toul vers la Meuse. Celle-ci a débouché autrefois par plusieurs bras passant entre Cologne et Bonn dans l'ancienne lagune du Bas-Rhin, et nous en trouvons la preuve dans la présence de nombreux galets fossilifères aux environs de Bonn, Cologne et Aix-la-Chapelle, alors qu'on n'en trouve pas trace en amont dans la vallée du Rhin actuel. Ces galets ne peuvent provenir que de l'Ouest. Les fossiles proviennent surtout de l'étage oxfordien. Près de Bonn on rencontre en masse, et dans un état de conservation parfait, *Hellericrinus horridus*, *M. echinatus* et d'autres espèces. Il y a aussi des restes de grandes ammonites du Jurassique moyen, *Stephanoceras Magdeni*, surtout fréquents près d'Aix-la-Chapelle; en outre, de grandes *Diphonia* du Crétacé dans le voisinage de Bonn, avec de grands galets de calcaire carbonifère renfermant *Poteriocrinus crassus*. On peut joindre aux précédents les *Alveolines* que Rauff a découvertes dans le voisinage de Dusseldorf et le *Pecten pulchellus* que j'ai trouvé dans les silex crétacés de Neanderthal.

La Meuse a même coulé à une certaine époque sur la surface du Hohe-Venn, à l'Ouest de Bonn, et au Nord de celui-ci se trouvaient, comme barrière, des masses paléozoïques qui ont été enlevées plus tard par l'érosion. La Meuse a laissé sur la surface du Hohe-Venn des

galets de roches crétacées avec *Ananchytes ovata*, *Pecten pulchellus*, etc., qui ont été constatés par Holzapfel, Stamm et d'autres. Il n'est pas possible de déterminer si le dépôt de ces galets a précédé ou suivi l'époque où le fleuve a commencé à traverser les Ardennes. En tout cas, partout ailleurs les géologues ont l'habitude de considérer les galets qui viennent recouvrir les sommets des masses continentales comme des dépôts fluviatiles anciens, et il n'est pas possible d'admettre l'explication fournie par certains auteurs.

Nous rejetons absolument l'hypothèse, émise par quelques-uns, d'une couverture tertiaire, crétacée, oxfordienne, etc., du bassin de la Moselle supérieure et de toute cette partie de la périphérie du bassin de Paris.

Mais comment expliquer la présence d'une embouchure de la Meuse en un point situé si loin vers le Sud? Aux arguments que j'ai exposés au Congrès de Cologne, je puis en ajouter d'autres. Les galets crétacés du Hohe-Venn sont venus d'abord des affluents occidentaux de la Meuse. Nous connaissons une série de faits qui autorisent la conclusion que la Meuse ancienne aurait coulé autrefois à l'Est du Hohe-Venn et qu'elle traversait au Nord de cette région une barrière formée par des couches crétacées et tertiaires moyennes qui s'étendait à travers la région du Bas-Rhin depuis Aix-la-Chapelle jusque Dusseldorf.

De cette barrière, détruite plus tard par la Meuse, le Rhin et la Sieg, on peut encore retrouver quelques témoins, tels la falaise crétacée de Zulpich, la masse oligocène supérieure de Rheidt, retrouvée tout récemment, qui correspond à celle de Grafenberg-Gerresheim, près de Dusseldorf, et nous montre que pendant le Tertiaire moyen il y avait là un appareil littoral avec formations dunales, de direction Est-Ouest.

Mais ce sont surtout les lignites du Bas-Rhin qui témoignent en faveur de l'existence de cette barrière. Nos lignites ne peuvent être des formations allochtones comme le pensent les géologues du Service. D'après mes recherches, qui durent depuis plus de trente années, elles sont incontestablement autochtones. Ce mode de formation de couches de lignite, dont l'épaisseur peut dépasser 100 mètres, doit être admis tout aussi bien que pour les couches de houille de la même région. Il y a eu affaissement lent et régulier d'un bassin qui était fermé vers le Nord par un anticlinal.

On a maintenant admis l'âge miocène que j'avais attribué à nos lignites, sans cependant citer le fait que j'ai été le premier à publier cette détermination et à nier leur âge oligocène admis jusqu'alors. De

même, on a ignoré mes publications qui démontraient la nature volcanique des tufs du Siebengebirge, alors qu'on les considérait comme des conglomérats; il m'a été, d'un autre côté, facile de les diviser en tufs trachytiques, andésitiques et basaltiques, et de découvrir le Pliocène du Bas-Rhin.

Mais on n'a pas tenu compte du fait que je n'ai reconnu nos lignites comme miocènes que pour autant que l'on renonçât à considérer l'Oligocène comme une division autonome du Tertiaire. L'Oligocène, tel que Beyrich l'avait conçu, s'est trouvé être une conception erronée. Mais on a introduit plus tard le terme de façon diplomatique, en retranchant des sections de l'Éocène et du Miocène pour les réunir dans l'Oligocène. Aussi des spécialistes distingués, tels que Hebert, n'ont pas voulu admettre ce mélange conventionnel, et même au dernier Congrès géologique international de Londres, auquel assistaient Beyrich et son neveu Dames, l'existence de l'Oligocène est restée en discussion.

Aujourd'hui encore, la géologie du Tertiaire continental présente de nombreuses difficultés s'opposant au maintien de l'Oligocène.

Discussion.

Le Secrétaire général fait remarquer que les thèses de MM. Fraipont et Puhlig, qu'il vient de résumer, sont contradictoires au sujet de l'origine des silex des Hautes-Fagnes; c'est pourquoi il a proposé que la discussion les englobât toutes deux.

Il a visité le gisement du Hockay, qui ne lui a absolument pas donné l'impression de dépôt fluviatile.

M. MALAISE. — La thèse que rappelle M. Fraipont faisait déjà partie de la thèse de doctorat de Dewalque; il attribuait la présence de silex crétacés sur les Hautes-Fagnes à un relèvement récent de l'Ardenne.

M. RUTOR rappelle que la solution du problème de l'origine des amas de silex des Hautes-Fagnes se trouve également à Bonnelles, près de Liège, attendu que le cailloutis, loin de se rencontrer à la surface du sol, se trouve très bien représenté sous 15 mètres de sable marin quitanien avec faune.

Ce sable oligocène supérieur repose sur un cailloutis épais de 0^m30 à 1,2 mètres, qu'à première vue on reconnaît être l'ultime résidu de la dissolution *sur place* d'une couche de craie à silex qui s'étendait sur le Primaire.

Mais si l'on regarde de plus près, on voit que de nombreux galets de

silex roulés, souvent plats et allongés, de nature toute différente de celle du cailloutis, sont logés dans les interstices des blocs de silex.

Puisque cet ensemble caillouteux est situé sous l'Aquitanien, il ne peut donc être question de Diluvium, et M. Rutot est d'avis que les cailloux roulés ont été charriés du Sud par des eaux sauvages qui se jetaient dans la mer oligocène, alors que des rivages s'avançaient vers le Sud pour recouvrir enfin toute la région.

Le cailloutis, pris en bloc, est donc un Eluvium tertiaire dont la partie supérieure a été plus ou moins remaniée par des eaux courantes qui charriaient des galets de silex noir, le tout étant pré-aquitanien.

Une bonne preuve de la réalité de cette interprétation existe, du reste, dans une autre sablière, à Boncelles, où l'on constate que le cailloutis se divise en deux zones : une inférieure où les silex sont empâtés dans une argile rouge, dure, *dépourvue de cailloux roulés* et qui est la *vraie argile à silex* originale ; quant à la couche supérieure, elle montre les silex empâtés dans un sable argileux jaune, *avec galets roulés de silex noir*.

Là, l'action des eaux courantes sur le cailloutis original a été insuffisante pour le remanier à fond, aussi les deux facies sont-ils visibles et superposés.

Rappelons que dans cette sablière, comme dans les autres, le cailloutis est surmonté d'une quinzaine de mètres de sable marin aquitanien avec nombreux fossiles.

M. LERICHE. — Je crois que la présence de galets dans le tapis de silex peut provenir du remaniement de celui-ci par la mer aquitanienne.

M. GREINDL. — Les galets roulés trouvés de-ci de-là dans le tapis de silex sont des galets plats fluviatiles, à la différence des galets littoraux, que le remaniement par les vagues arrondit en boule.

Il semble que le même terme de « galets » ne devrait pas s'appliquer à ces deux cas, absolument différents.

M. POHLIG fait remarquer qu'un extrait de son premier article sur la Meuse, dans la *Gazette de Cologne*, a fait revivre l'ancien projet de Charlemagne et Napoléon I^{er}, d'un canal de Bonn au delà d'Aix jusqu'à la Meuse ; on vient de constituer un comité à Aix-la-Chapelle qui pense à exécuter sérieusement de nos jours cet ancien et important projet.

La séance est levée à 21 h. 45.

ANNEXE AU PROCES-VERBAL

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE

Comte F. DE MONTESSUS DE BALLORE. — **La sismologie moderne** (*Les tremblements de terre*). Un volume in-18 avec 64 figures et cartes dont 16 planches de reproductions photographiques et 2 cartes hors texte. Librairie Armand Colin, rue de Mézières, 5, Paris. Prix : broché, 4 francs.

En deux ouvrages rapidement devenus classiques, et qui se complètent l'un par l'autre, le comte de Montessus de Ballore a renouvelé de toutes pièces dans notre pays, voici quelque cinq ans, l'étude raisonnée des tremblements de terre. Mais la *Géographie séismologique* et la *Science séismologique*, par leur cadre même et par leurs proportions, s'adressaient en première ligne aux spécialistes ou tout au moins aux lecteurs possédant des connaissances étendues dans le domaine des branches voisines.

Il restait à exposer au public cultivé, sous une forme plus brève et plus facilement accessible, les résultats acquis en coordonnant les observations innombrables qui, depuis un demi-siècle, ont eu ces mystérieux phénomènes pour objet.

La *Sismologie moderne* vient combler heureusement cette lacune. Dégageant de sa longue enquête les faits essentiels, l'auteur met à la portée de tous, avec les notions indispensables sur les méthodes et les instruments employés, les conclusions générales qu'il a su, le premier, formuler d'une manière définitive. Après avoir établi que la cause des mouvements qui agitent l'écorce terrestre réside dans son épaisseur même, et non en dehors, M. de Montessus donne quelques détails sur

les secousses ressenties en France et dans nos colonies. Il termine en décrivant les effets des tremblements de terre sur les constructions et en indiquant les moyens que l'expérience et la théorie ont suggérés pour y remédier. (Communiqué.)

ÉMILE HAUG. — **Traité de géologie. — Les périodes géologiques** (fascicule 3 du tome II). Période nummulitique. — Période néogène. — Période quaternaire. — Caractères généraux; répartition géographique et principaux types; résultats généraux (paléogéographie; provinces zoologiques et climats, mouvements orogéniques et épirogéniques, phénomènes volcaniques et métamorphisme); bibliographie. Index alphabétiques et tables de l'ouvrage entier. In-8° raisin (26 × 16), 640 pages, avec 81 figures et cartes, 16 planches de reproductions photographiques hors texte. Prix : broché, 11 francs.

Avec le troisième fascicule du tome II se trouve terminée la publication du *Traité de géologie* de M. Haug, dont le premier volume a paru en novembre 1907. Ce fascicule, consacré principalement à l'étude des terrains tertiaires et quaternaires, contient les index et les tables de tout l'ouvrage.

Les trois périodes traitées dans ce fascicule — Nummulitique, Néogène et Quaternaire, les trois dernières de l'histoire du Globe, — sont intéressantes à des titres divers.

Le Nummulitique, aussi appelé Éogène ou Paléogène, correspondant à l'Éocène et à l'Oligocène des auteurs, est représenté en France par la série classique du bassin de Paris. L'étude que lui consacre M. Haug rendra d'autant plus de services aux professionnels et aux amateurs qu'il n'existe pas de monographie détaillée du Tertiaire parisien et que mainte coupe, familière aux étudiants qui suivent les cours des établissements d'enseignement supérieur, est encore inédite. Ainsi se trouve amplement justifié le développement considérable donné dans l'ouvrage au Nummulitique du bassin anglo-parisien. On y trouvera également des données nombreuses relatives à ce système dans les régions méditerranéennes et dans les zones où sont localisés les mouvements orogéniques.

Les dépôts de la période néogène sont particulièrement bien déve-

loppés sur les bords de la mer du Nord, dans le bassin de Bordeaux, dans la vallée du Rhône, en Italie, dans le bassin de Vienne, dans l'Europe orientale, et il est intéressant d'étudier les étapes par lesquelles passent ces régions, qui deviendront le berceau des civilisations modernes, pour prendre peu à peu leur configuration actuelle. Dans ce chapitre comme dans le précédent, l'auteur a insisté, plus qu'on ne l'a fait dans les ouvrages similaires, sur les formations continentales et sur le jour que projette l'étude de leurs faunes sur les enchainements et sur les migrations des Mammifères.

Dans le chapitre consacré aux terrains quaternaires, une part très grande est faite aux recherches récentes des géologues suédois et norvégiens sur l'histoire du bouclier scandinave, au cours de la période glaciaire et aux époques qui ont immédiatement fait suite à cette période. Les phases successives de la période glaciaire dans les Alpes sont ici décrites, pour la première fois dans un ouvrage didactique, avec le développement qu'elles comportent. Enfin, une place particulièrement importante est accordée à l'exposé des découvertes récentes sur l'Homme fossile et sur la succession des civilisations préhistoriques.

*
* * *

Dans ces trois chapitres, le plan suivi est le même que pour les périodes précédentes. Une illustration abondante en facilite grandement la lecture.

Les listes bibliographiques qui accompagnent chaque chapitre comportent au total, pour ce dernier fascicule, plus de 1 000 références. Dans aucun ouvrage, il n'existe de bibliographie aussi complète des terrains tertiaires et quaternaires.

Enfin, les index alphabétiques des termes techniques, des localités et des auteurs cités, une table des matières détaillée, une table des figures et une table des planches, placés à la fin de ce fascicule, constituent un complément indispensable au *Traité de géologie*.

(Communiqué.)

✓ J. BRUNHES, E. CHAIX et E. DE MARTONNE. — **Atlas photographique des formes du relief terrestre** (fascicule spécimen). *Documents morphologiques caractéristiques avec notices scientifiques, publiés sous les auspices d'une Commission internationale permanente.*

Les membres du Comité exécutif soumettent à l'examen du public scientifique le spécimen de l'Atlas photographique des formes du relief; ils font en même temps appel aux collaborateurs et aux souscripteurs de cette œuvre grandiose.

Afin de permettre aux membres de la Société belge de Géologie d'apporter leur pierre au monument qui s'élève, nous reproduisons ci-dessous la demande de documents du Comité exécutif :

Les documents photographiques.

Le COMITÉ EXÉCUTIF fait appel à tous ceux qui approuvent l'entreprise et font des photographies ou ont l'occasion de s'en procurer. Nous les prions de bien vouloir nous communiquer celles qui représentent des phénomènes rentrant dans l'un de nos chapitres.

Nous savons, nous qui avons fait plusieurs milliers de photographies morphologiques, que nous demandons un sacrifice, car chaque cliché représente une partie d'un voyage ou d'une excursion, souvent des heures de marche, de montée ou de descente. Mais tant de documents scientifiques précieux restent inutilisés! Il vaut mieux en faire profiter tout le monde scientifique, d'autant plus que les négatifs s'effacent à la longue — chacun en a fait la triste expérience.

Nous nous permettons quelques indications pratiques :

1. LE CLICHÉ. — Autant que possible, il faut que le phénomène intéressant se trouve vers le centre de l'image. — Rechercher les cas les plus simples. — Dans les phénomènes changeants (volcans, ravine-ments, etc.), il serait précieux d'avoir des photographies prises d'un même point à des époques diverses. — L'éclairage est naturellement capital; la netteté, par mise au point exacte, l'est encore plus. — Noter toujours l'endroit d'où la photographie est prise et la date.

2. NATURE DES DOCUMENTS. — Pour le classement des phénomènes et le travail préliminaire de préparation de l'ouvrage, nous avons besoin d'épreuves sur papier — peu importe leur qualité — et on peut nous les

envoyer *non fixées* (mais bien protégées contre la lumière par du papier jaune ou rouge). Nous les fixerons nous-mêmes.

5. DIMENSIONS. — Même des clichés de dimensions inférieures à 9×12 pourront être utiles : s'ils sont extrêmement nets ils peuvent être agrandis, et ils pourront toujours être précieux pour nous suggérer quelque idée ou nous engager à faire refaire telle vue en plus grand.

En tout cas, qu'aucun photographe n'hésite à soumettre à notre jugement un document qui lui paraît intéressant pour notre publication : toute contribution documentaire sera accueillie avec une vraie gratitude.

4. INSCRIPTIONS. — Qu'on veuille bien inscrire au verso des épreuves (aussi lisiblement que possible) — le nom et l'adresse de l'auteur, l'endroit et aussi le phénomène principal représenté; la date de confection du cliché.

5. RENVOI DES ÉPREUVES. — La publication de l'*Atlas* durera huit à dix ans, et nous devons garder sous la main tous les documents relatifs à tel chapitre jusqu'à ce que ce chapitre soit fini; comme nous traiterons toujours plusieurs chapitres parallèlement, nous devons réunir dès l'abord les documents relatifs à tout l'*Atlas*. C'est dire que les épreuves qui nous seront envoyées resteront entre nos mains pendant longtemps. Mais elles seront cependant restituées, à moins que l'auteur nous écrive dès l'abord qu'il n'y tient pas — ce qui nous facilitera beaucoup les choses. On peut envoyer les documents à l'un quelconque d'entre nous, mais c'est pourtant M. Chaix qui est chargé de centraliser tout.

Le Comité exécutif :

J. BRUNHES, prof^r
Fribourg (Suisse).

E. CHAIX, prof^r
Mail, 23, Genève.

EDM. DE MARTONNE, prof^r
248, Blvd. Raspail, Paris.

Le plan général de l'*Atlas* permettra également à nos confrères de se rendre compte des chapitres auxquels se rapportent les photographies qu'ils pourraient communiquer :

PLAN DE CLASSEMENT SYSTÉMATIQUE.

Références à quelques ouvrages qui se trouvent partout :

Da. = Physical Geography. W. M. Davis.

Ma. = Traité de Géographie physique. Emm. de Martonne.

Pk. = Morphologie der Erdoberfläche. A. Penck.

Su. = Grundzüge der physischen Erdkunde. A. Supan.

I. — *Formes dues à la désagrégation et à l'action de la pesanteur.*

A. Effets de la désagrégation mécanique :

1. Effets du gel (haute montagne, aiguilles, « gendarmes », crêtes croulantes, sommets de blocs, (*Ma.* pl. V; *Su.* p. 343 ss.). Parois de rochers. — Pays arctiques et subarctiques : déserts de pierre.
2. Effets de l'insolation. Blocs éclatés (*Ma.* p. 408). — Desquamation, exfoliation (*Pk.* I, 204).

B. Effets de la décomposition chimique (*Chemische Zersetzung*; *chemical disintegration*) :

1. Lapiés simples et peu évolués (diaclasses élargies perforations, cannelures, dans grès, granite, calcaires). — Tafoni.
2. Boules formées dans des arènes de décomposition, de granite, grès, diabase (*Ma.* p. 452, fig. 196-197).

C. Mouvements graduels des débris dans les régions tempérées et chaudes (*Langsame Massenbewegungen. Creeping of the waste*) :

1. Éboulis, divers types suivant la nature des roches (*Schutthalden, Talus of rock waste*) (*Pk.* I, 219 ss.).
2. Éboulis d'avalanches (*Lawinhalden*).
3. Transitions du talus d'avalanches à la moraine, « erratique de névé ».

D. Mouvements lents des débris dans les régions arctiques, à so temporairement gelé :

1. Phénomène de tassement. Solifluction (*Ma.* p. 423-424; *Da.* p. 271).
2. Coulées de pierres. Rockglaciers.

E. Formes dues à l'éroulement brusque de masses désagrégées :

Eboulements (*Bergsturz, Landslide, Ma.* p. 410; *Da.* p. 270; *Pk.* I, p. 222 ss.). Vues d'ensemble. — Détails : niche, front, bords.

II. — *Formes élémentaires dues à l'érosion par les eaux courantes.*

(*Formes de première jeunesse et formes des pays arides.*)

A. Ravinements élémentaires :

1. Rigoles plus ou moins conjuguées (suivre le phénomène par photographies successives prises du même point).
2. Pyramides de terre (*Erdpyramiden, pyramidi delle fate*).

B. Formes de creusement du lit :

Marmites simples, accolées, conjuguées. — Chenal à marmites. — Marmites latérales.

C. Torrents :

1. Vue d'ensemble (*Ma.* p. 414).
2. Détail du bassin de réception, décollements.
3. Détail du canal d'écoulement : lave (Mure).
4. Cône de déjection, divers types suivant la pente, la nature des roches du bassin de réception, etc.

D. Formes de ruissellement désertique :

Lave (Murgang) désertique. — Zone d'épandage. — Oued à sec, en crue, etc.

III. — Formes complexes dues à l'érosion organisée des eaux courantes.

A. Formes de jeunesse :

1. Gorges étroites à versants non façonnés (avec chute, avec rapide).
2. Gradin de confluence non glaciaire.
3. Versants en voie d'aplanissement : par ravinement (*Ma.* p. 423, fig. 180), par glissement, tassement dû aux sources, etc.
4. Lignes instables de partage des eaux. — Cols dissymétriques. — Captures, imminentes, en voie d'accomplissement (*Ma.* pp. 419-422, pl. IX ; *Da.* pp. 247-248).

B. Formes de maturité plus ou moins avancée :

1. Modelé de maturité (*Ma.* pp. 439-440 ; *Da.* p. 187 ; *Pk.* II, 65 ss.).
2. Modelé de sénilité, pénéplaine Fastebene).
3. Témoin d'érosion, Monadnock (*Da.* 190, 197).
4. Méandres encaissés, divers stades ; recouplements (*Ma.* pp. 432-440, fig. 187-189 ; *Da.* pp. 253-254).
5. Vallée à fond plat calibrée par les méandres (*Ma.* p. 435 ; *Da.* 250).
6. Vallée remblayée par cônes de déjection (*Da.* p. 276, fig. 177), recouplement des cônes.
7. Grande plaine alluviale à méandres divagants (éventuellement vue en ballon, mais obliquement).
8. Terrasses plus ou moins découpées : simples, doubles (*Ma.* p. 436, fig. 190 ; *Da.* p. 281, fig. 181 ; *Su.* 390) ; — à méandres (*Ma.* p. 437, fig. 191).

C. Formes témoignant de plusieurs cycles d'érosion :

1. Pénéplaine à gorges récentes (*Ma.* pl. XI, B).
2. Pénéplaine disséquée en crêtes et plateaux.
3. Vallée à multiples niveaux d'érosion.
4. Vallée épigénique ou surimposée (*Ma.* pp. 568-572, fig. 266-268 ; *Su.* p. 400).

IV. — Formes influencées par la nature des roches.

N. B. — Il ne s'agit pas de représenter le relief propre à *chaque* type de roche suivant la classification géologique, mais bien les formes dues à des particularités de structure déterminées, et spécialement les cas *extrêmes*, qui seuls donnent des formes originales. Ainsi, le paragraphe des *roches diaclasées* envisage seulement les roches *très* diaclasées ; le paragraphe des *roches solubles et perméables*, seulement les *plus* solubles et les *plus* perméables.

A: Formes des roches massives :

1. Chaos de rochers (granite principalement). — Divers stades de dégagement de l'arène, sur les sommets, dans les vallées (*Ma.* pl. X et fig. 197).
2. Dômes granitiques des pays tropicaux (*Ma.* fig. 198).
3. Topographie mamelonnée des districts parvenus à la maturité.
4. Filons en saillie.

B. Formes des roches schisteuses ou diaclasées :

1. Tours et piliers, dans les roches granitoïdes diaclasées, dans les grès et conglomérats, dans les calcaires.
2. Escarpements en gradins.

C. Formes des terrains instables :

1. Terrains imperméables (argiles, marnes, schistes argileux, etc.). — Lames d'érosion, « calanchi » (*Ma.* pl. XII, A). — Mauvaises terres (Bad lands) (*Ma.* pl. XII, B). — Loupes de glissement.
2. Terrains perméables : versants à éboulements sableux. — Grès dans des sables, chaos.

D. Formes des roches perméables et solubles :

1. Formes superficielles du type lapié (Karren, Schratten, campi carregiati).
 - a) Formes spéciales aux calcaires purs. Ciselures fines.
 - b) Formes des calcaires impurs et des rochers peu calcaires. Cannelures, perforations, croupes arrondies.
 - c) Formes de lapiés séniles. Lapiés éclatés (Scherbenkarst). Lapiés ensevelis.
 - d) Lapiés rajeunis : dégagement par ruissellement de la *terra rossa*.
2. Formes superficielles en rapport avec l'existence d'une circulation souterraine :
 - a) Puits profonds, emposieux, aven, bétoire, scialet, embut, pot, mardelle, Schlundloch, Karrenbrunnen ; Pothole, Sinkhole).
 - b) Dépressions relativement larges (Doline, Sotch). Dolines isolées, conjuguées, alignées ; à fond plat ; simples, composées ; dolines d'affaissement en terrain calcaire ou gypseux recouvert d'alluvions.

3. Cavernes et grottes :

Vues extérieures. divers types suivant la situation topographique et le rôle hydrologique.

Vues intérieures : phénomènes d'érosion chimique, mécanique, torrentielle ; phénomènes d'accumulation chimique (stalactites, stalagmites) et mécanique.

4. Canyons calcaires. Canyons en voie de formation, pont naturel, canyon à gradins.

5. Formes complexes des régions calcaires déprimées. Polié. — Vue d'ensemble, en temps de sécheresse et d'inondation. — Détails : terrasses.

6. Formes propres au gypse ; au sel.

7. Læss Terrasses ravins anastomosés, etc.

X. — *Formes d'érosion adaptées à une structure géologique variée.*

A. Couches horizontales :

1. Plateformes structurales, simples, doubles (*Ma.* p. 473-475).

2. Gradin de confluence lié à une plateforme structurale

3. Butte-témoin (*Ma.* pl. XXII, B; *Da.* 150).

B. Couches inclinées dans un seul sens (structure monoclinale) :

1. Vallée monoclinale ou subséquente (*Ma.* pp. 473 et 542; *Da.* p. 132, fig. 82 et 139, fig. 87; *Su.* 457).2. Percée conséquente (*Ma.* *ibid.* et pl. XXII).

3. Côte ou Cuesta simple double.

C. Reliefs de plissement :

1. Anticlinal conservé; axe plongeant, ensellement.

2. Anticlinal disséqué (*Ma.* pp. 496-498; *Da.* p. 168). — Grêt, Hogback, Cluse, etc.3. Vallée anticlinale (*Ma.* *ibid.*).4. Synclinal perché (*Ma.* p. 500. pl. XVIII, C; *Da.* 180).5. Lambeau de recouvrement (*Ma.* p. 502, pl. XIX, B).

D. Reliefs de failles (Verwerfung, Fault, Rigetto) :

1. Failles récentes (tremblements de terre). Lacs dus à des failles contraires (*Ma.* pp. 485-486 fig. 218; *Da.* p. 161, fig. 101).2. Escarpements de faille plus ou moins évolués. Facettes (*Ma.* p. 559, fig. 262).

E. Formes en rapport avec des mouvements d'ensemble :

Pénéplaine bombée avec flexure marginale (*Ma.* p. 505, fig. 235). — Pénéplaine fossile (couverture en partie conservée).

VI. — *Formes en rapport avec les influences glaciaires.*

A. Formes des glaciers actuels :

1. Ensembles : types de glaciers locaux (de cirque, de plateau, suspendu, de vallée simple, de vallée complexe) ; — types d'extension glaciaire générale : calotte norvégienne, glaciers alaskiens, antarctiques.
2. Détails : Névé, rimaye (Bergschrund). — Glacier d'écoulement ; moraines mouvantes, tables glaciaires, moulins, lacs et cours d'eau intraglaciers. — Front glaciaire coquille, patte de lion ; formes en rapport avec le retrait.

B. Formes élémentaires d'érosion et d'accumulation glaciaires et fluvio-glaciaires :

1. Stries, cannelures.
2. Arrachements, packing splitternde Erosion.
3. Gradin de front glaciaire à gorge simple, multiple.
4. Cuvette terminale récente : ensemble, détails, roches polies et moutonnées, lacs (*Ma.* p. 614 pl. XXVI, B).
5. Moraines latérales, divers types ; moraines de confluence.
6. Moraines frontales.
7. Moraines de poussée.
8. Plaine fluvio-glaciaire (Sandr).

C. Formes en rapport avec l'ancienne extension glaciaire :

1. Cirques : simple, complexes, à gradins. — Massif à cirques (Karling) plus ou moins rongés.
2. Vallée glaciaire à épaulement et auge (*Ma.* p. 626-628, fig. 290-291) : simple, double.
3. Verrou simple, double.
4. Vallée suspendue, simple, double.
5. Fiord.
6. Formes d'accumulation probablement sous glaciaire (Drumlin, OEsar, Esker).
7. Moraines anciennes, plus ou moins transformées.
8. Plaine de moraine de fond avec mares (Sohl).
9. Complexe fluvio-glaciaire, vue d'ensemble (types de dimensions réduites provenant de stades postglaciaires dans les Alpes).

VII. — *Formes en rapport avec les actions éoliennes*

(particulièrement dans les régions arides).

A. Formes élémentaires d'érosion éolienne :

1. Cailloux à facettes. Cailloux guillochés.
2. Marmites éoliennes.
3. Alvéoles.
4. Gour (N. B. formes témoignant d'une réelle action éolienne sur des buttes témoins. *Ma.* p. 654).
5. Sillon d'érosion dans les argiles, « yardang ».

B. Formes d'accumulation éolienne :

1. Formes élémentaires : dunes isolées du type barkhane, Sif, Garmada (suivre le retournement de la crête dans des cas observables : *Ma.* p. 659-660).
2. Dunes complexes. Chaines de barkhanes, Grand-Erg.
3. Dunes érodées par le vent (Gassi, Nebka), par l'eau courante (au Tarim), par la mer.

C. Formes désertiques complexes :

1. Ravinelements torrentiels et éoliens (Chebka).
2. Ennoyage désertique. Bolson. « Lost mountains ».

VIII. — Formes littorales.

A. Formes élémentaires d'érosion littorale (vues à haute et basse mer autant que possible) :

1. Décomposition avec érosion mécanique limitée. Faux lapié, alvéoles.
2. Action directe des vagues : corniche, grotte, pont naturel, brisant. — Plateforme d'abrasion. — Valleuse.
3. Décolllements de falaises à couches horizontales, à couches inclinées. — Fausse falaise (*Ma.* pl. XXXIV, A).

B. Formes élémentaires d'accumulation littorale :

1. Plage et cordon littoral, ensemble. — Cordon littoral, simple, double, à lagune (pennello di sabbia). — Cordon brisé, déflexion d'embouchure.
2. Digue en épi, en crochet (*Ma.* p. 678-679. — *Da.* p. 352). — Pointe triangulaire (cusped foreland), *Ma.* fig. 316. — « Tombolo » (*Ma.* p. 680, fig. 317-319. — *Da.* 368).

C. Formes complexes en rapport avec des déplacements du rivage :

1. Côte d'immersion jeune. — Rias, vue d'ensemble (*Ma.* p. 700, fig. 322; *Pk.* II, 566 ss.). — Type dalmate, idem. (*Ma.* p. 693, fig. 331).
2. Côte d'immersion régularisée. Vue d'ensemble montrant falaises et lagunes *Ma.* p. 636, fig. 323. — *Da.* p. 364 et 368, fig. 233 et 236).
3. Côte d'émersion. — Plateforme d'abrasion émergée. Ile-chapeau. (*Ma.* p. 691; *Da.* p. 369, fig. 237). — Plage soulevée. — Terrasses littorales multiples.
4. Formes coralliennes : Atoll simple (vu à marée basse et marée haute). Récif-barrière (vue embrassant si possible la terre ferme). Récif frangeant (vu à marée haute et basse).

IX. — *Formes volcaniques.*

A. Formes simples d'accumulation :

1. Cônes récents de cendre et de scories.
2. Coulées. Divers types. Hornitos. Orgues.
3. Cratères simples, doubles, égueulés.
4. Cratères d'explosion, cratères à « atrio ».
5. Cumulo-volcans.
6. Volcan composé à cônes adventifs.

B. Formes complexes avec sculpture d'érosion :

1. Cônes à « barrancos ».
2. Caldeira.
3. Dykes. Necks.
4. Coulées inverties en saillie (*Ma.* p. 526, fig. 244). Plateau volcanique ou mesa (*Ma.* p. XXI, B. — *Da.* p. 221, fig. 142).
5. Coulées emboîtées (*Ma.* pl. XXI, C).
6. Volcan composé très disséqué (vue d'ensemble si possible).

Les planches du fascicule spécimen, au nombre de huit, sont très variées naturellement et nous dirons quelques mots de chacune d'elles et du commentaire qui l'accompagne.

PLANCHE I. — Formes dues à la désagrégation mécanique et à la pesanteur.

ÉBOULIS. — Formes en rapport avec les influences glaciaires.

Le cliché, dû à M. Vittorio Sella, est de toute beauté; c'est une vue panoramique du Grand-Combin, prise d'un sommet voisin, avec un admirable avant-plan d'éboulis, ravinés et remaniés par les influences glaciaires. La dimension même du paysage embrassé par la photographie ne permet guère à celui qui ne connaît pas la montagne de se rendre compte des dimensions, et une photographie presque aérienne de ce genre manque de repères; l'exposé est dû à M. Emile Chaix, qui a très bien fait ressortir la série de phénomènes que l'on peut observer sur la photographie.

PLANCHE II. — Formes élémentaires d'érosion par les eaux courantes.

M. le professeur Kilian a montré dans cette planche le phénomène des pyramides de terre se produisant à flanc de coteau, dans un milieu morainique raviné. Il explique dans le texte tout le cycle parcouru par

la vallée; cette planche est le commentaire vécu d'une leçon théorique sur l'érosion des cours d'eau.

PLANCHE III. — Formes dues à l'érosion organisée des eaux courantes témoignant de plusieurs cycles d'érosion.

Cette planche, œuvre de M. de Martonne, nous a rappelé le paysage typique que l'on peut observer aux bords de l'Amblève, lorsqu'on se trouve sur le plateau ardennais; le plateau aux ondulations moutonnées y est déchiqueté en collines par la rivière; ici le bord méridional du plateau central (Cévennes) a son relief rajeuni par un nouveau cycle fluvial, et le contraste est frappant entre l'horizon rectiligne et monotone et les gorges qui isolent un certain nombre de croupes.

PLANCHE IV. — Formes d'érosion adaptées à une structure géologique variée. Reliefs de failles.

Il faut espérer que l'Atlas, qui comprendra des feuilles indépendantes, ne s'inspirera pas du principe d'économie qui a fait grouper ici deux paysages de régions différentes (Asie centrale et Suisse) et, qui plus est, de climats absolument dissemblables.

Les clichés de M. Obroucheff se rapportent à une faille, très nette dans le paysage, mais on n'y distingue pas le cañon où coule la rivière.

Celui de M. Brunhes représente la plaine morte du Wildstrübel; si les juxtapositions de coulées des calcaires de deux étages différents y marquent bien le découpage du sol par des failles, par contre les influences glaciaires ont presque fait disparaître les dénivellations des failles, tout au moins sur la photographie, car le texte indique que le relief par faille varie entre 2 et 40 mètres.

PLANCHE V. — Beau cliché dû au Prof^r Davis, d'un paysage des Montagnes Rocheuses dans la zone de séparation des bassins Atlantique et Pacifique. Le texte est en anglais, mais il y a un résumé en langue française; l'exemple, comme celui de la planche III, montre plusieurs cycles d'érosion, mais ici le premier cycle est moins achevé et le second a été modifié par des influences glaciaires.

PLANCHE VI. — Le Prof^r Nüssbaum a montré dans la chaîne du Stockhorn le relief produit par une série de cirques glaciaires juxtaposés. On regrettera de ne pas y voir figurer la carte, si utile pour l'étude approfondie du document.

La **PLANCHE VII**, commentée par M. le professeur E.-F. Gautier, représente les formes en rapport avec les actions éoliennes; elle est absolument suggestive et l'exécution en est de toute beauté. Le désert de sable est saisissant; le contact du désert de pierre et du désert sablonneux frappe également par son contraste; pour ceux qui n'ont point vu de désert, cette planche tient presque lieu de voyage.

La **PLANCHE VIII**, due à M. Martel, montre des falaises et plate-formes d'abrasion; on souhaiterait y voir annexé un profil exact de la plateforme et de la falaise; de plus, l'amplitude du mouvement de la marée serait intéressante à connaître.

Nous espérons que la sèche analyse que nous venons d'en faire, suggérera à nos confrères le désir de s'informer davantage et de collaborer à l'œuvre entreprise.

Qu'on nous permette aussi de formuler le souhait de voir l'Atlas paraître dans un délai inférieur aux huit à dix ans fixés par le Comité exécutif; il sera si utile à l'enseignement géographique, orientera de telle façon les jeunes géologues, suppléera tant aux voyages trop coûteux, que tout professeur doit désirer avoir cette collection à sa disposition dans le plus bref délai possible.

L. GREINDL.

